

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KUNCI LOCKER
SECARA ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE ACAK YANG
DIAPLIKASIKAN PADA LOCKER BANK BERBASIS
MIKROKONTROLLER AT89S8252**

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
AGUS PRIYONO
01.17.076**

MARET 2006

LEMBAR PERSETUJUAN



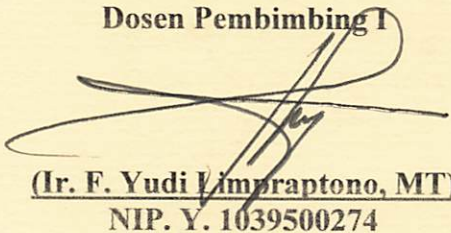
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KUNCI LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE ACAK YANG DIAPLIKASIKAN PADA LOCKER BANK BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S8252

Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Mencapai Gelar
Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)


Disusun Oleh :
AGUS PRIYONO
01.170.76

Diperiksa dan Disetujui,

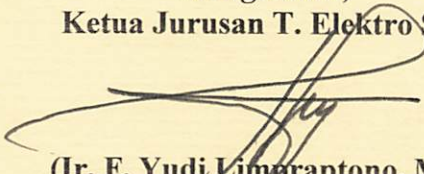
Dosen Pembimbing I


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing II


(Ir. Mimien Mustikawati)
NIP. P. 1030000352

Mengetahui,
Ketua Jurusan T. Elektro S-1


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INSUDTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**

NAMA : AGUS PRIYONO
NIM : 0117076
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S1
KONSENTRASI : TEKNIK ELEKTRONIKA
MASA BIMBINGAN : 9 Desember 2005 – 9 Mei 2006
JUDUL SKRIPSI : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SISTEM KUNCI LOCKER SECARA
ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE
ACAK YANG DIAPLIKASIKAN PADA
LOCKER BANK BERBASIS
MIKROKONTROLER AT89S8252

Dipertahankan dihasapan Majelis Penguji Skripsi jenjang strata satu (S1) pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 21 Maret 2006
Dengan Nilai : 85,5 (A)



Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP.Y. 1018100036

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

PENGUJI I

Ir. Widodo Pudji Mulyanto
NIP.P. 1028700171

PENGUJI II

M. Ibrahim Ashari, ST
NIP.P. 1030100358

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Kupersembahkan Karya Ini Untuk :

- ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dalam penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
- Ayah dan Ibunda tercinta serta nenek terima kasih atas kasih sayang, perhatian dorongan dan do'a yang tulus untukku.
- Seseorang yang selalu memberiku perhatian dan Support "Ira Ayu S" serta selalu menemaniku disaat suka maupun duka.
- Serta tak lupa buat Best Friend "David, Yuri, Yanu, Bima, Adi, Windi" thanx's for your support & anak-anak ELKA-2 " Bodong, Ridwan, Toni, Denny, Galih, Catur, Ratri, Afif, Nawir, Dadang, Hervin serta semua teman-teman ELEKTRO S-I pokok'e Thank's All yo...
- Sophie dan Dewi makasih bantuanya semasa kuliah.
- Serta tak lupa juga buat anak-anak KOS "Manyun, V-mo, Kholid, Gombloh, Lucki, Bang Jo, Gundael, Bayek, Umbel, Bapak & Mas Tukang aku harap persahabatan kita tidak berakhir sampai disini, I love you all & thank's for your support.

ABSTRAKSI

"Perancangan dan Pembuatan Sistem Kunci Locker secara Elektrik dengan Nomor Kode Acak yang diaplikasikan pada Locker Bank Berbasis Mikrokontroller AT89S8252"

OLEH
AGUS PRIYONO
NIM: 0117076

Dosen Pembimbing I: Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Dosen Pembimbing II: Ir. Mimien Mustikawati.

Pada dasarnya penggunaan loker sudah direalisasikan oleh bank-bank di seluruh negeri, karena dengan fasilitas loker ini seseorang dapat menyimpan barang-barang yang berharga. Tetapi di Negara kita kebanyakan masih menggunakan sistem loker konvensional dengan menggunakan anak kunci ataupun kartu sebagai legalitas atas penggunaan loker tersebut. Saya merasa bahwa sistem tersebut memiliki beberapa kekurangan semisal pengguna loker kehilangan anak kunci atau kartu loker tersebut maka hal ini bisa disalahgunakan oleh seseorang yang menemukan anak kunci atau kartu loker tersebut, atau mungkin seseorang dapat menggandakan anak kunci. Dengan adanya kelemahan tersebut maka saya mencoba membuat suatu loker dengan sistem keamanan yang lebih baik lagi yaitu sistem kunci locker elektrik dengan nomor kode acak yang menurut saya lebih terjamin keamanannya karena hanya pengguna loker saja yang mengetahui kode untuk membuka loker tersebut dan akan selalu teracak setiap sekali penggunaan

Secara keseluruhan prinsip kerja sistem locker yang dirancang terdiri dari display status isi locker dan penggunaan locker (membuka untuk meletakkan barang, batal menggunakan, membuka untuk mengambil barang). Status isi locker dapat diketahui oleh calon pengguna dengan melihat indikator lampu yang menyala. Jika hijau yang menyala berarti loker kosong, jika merah berarti loker terisi. Untuk membuka pintu locker yang kosong cukup dengan memasukkan nomor locker. Setelah pintu locker tertutup maka printer akan mencetak 5 digit password baru bagi pengguna. Pengambilan barang oleh pengguna dilakukan dengan memasukkan nomor locker dan password (nomor kode) pada keypad untuk membuka pintu locker. Apabila salah memasukkan kata kunci hingga 3 kali maka buzzer pada posisi locker tersebut akan menyala sebagai petunjuk terjadi kesalahan pada locker. Pada keadaan tersebut locker hanya dapat dibuka oleh petugas administrator.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa loker dengan sistem kode acak lebih baik dari pada loker dengan sistem konvensional yang sudah ada karena loker dengan sistem kode acak tersebut memiliki tingkat keamanan yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Sistem Kunci Locker secara Elektrik dengan Nomor Kode Acak yang diaplikasikan pada Locker Bank Berbasis Mikrokontroller AT89S8252”**. Penyusunan skripsi merupakan syarat yang harus ditempuh mahasiswa jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSEE selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Kajur Teknik Elektro S1 di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku dosen pembimbing I.
5. Ibu Ir. Mimien Mustikawati selaku dosen pembimbing II.
6. Bapak, Ibu, Nenek serta segenap keluarga besar di Tuban yang telah memberikan dukungan, baik moril maupun materiil.
7. Teman-Temanku dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini kurang sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik kepada pembaca serta pengamat untuk pengembangan dan penyempurnaan, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, April 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Metodologi Perencanaan	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler AT89S8252.....	6
2.1.1 Teori Umum	6
2.1.2 konfigurasi Pin pada MC AT89S8252	10
2.1.3 masukan dan Keluaran	14
2.1.4 Organisasi Memori	14
2.1.4.1 Data Memori (EEPROM) dan RAM.....	14
2.1.4.2 SRF (Special Function Register).....	16
2.1.4.2.1 SRF untuk Timer 2	19
2.1.4.2.2 SRF untuk Watchdog dan Memori.....	19
2.1.4.2.3 SFR Pengontrol SPI	19
2.1.5 Osilator	20
2.1.6 Timer dan Counter	21

2.1.7 Sistem Interrupt	23
2.1.8 Reset	24
2.2 Mikrokontroler AT 89S51	25
2.2.1 Arsitektur dan Organisasi AT 89S51	26
2.2.2 Perbedaan antara AT 89S8252 dan AT 89S51	28
2.3 Keypad 4 x 4	28
2.4 LCD	29
2.4.1 Instruksi Operasi	33
2.4.2 Operasi Dasar	33
2.5 RS232 (IC MAX 232)	35
2.6 Limit Switch	37
2.7 Buzzer	38
2.8 DIODA	39
2.8.1 LED	40
2.8.2 Photo Dioda	40
2.9 Relay	41

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM KUNCI LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE ACAK

3.1 Perangkat Keras (Hardware)	43
3.1.1 Miniatur Locker dan Blol Diagram	43
3.1.2 MCU Penggerak Locker	48
3.1.3 Sensor Isi Locker	50
3.1.4 Indikator Isi	51
3.1.5 Alarm	52
3.1.6 Sensor Pintu	53
3.1.7 Motor DC Pengunci	53
3.1.8 RS232 vs TTL	55
3.1.9 MCU Pengacak Password	56
3.1.10 LCD M1632	57
3.1.11 Keypad	59

3.2 Perangkat Lunak (Software).....	59
3.2.1 Perangkat Lunak MCU Pengacak Password	59
3.2.1.1 Program Utama Pengacak	59
3.2.1.2 Menu 1 – Tentang Alat.....	61
3.2.1.3 Menerima Data Serial pada MCU Pengacak Pasword.....	64
3.2.1.4 Mengacak Password dan Menyimpan keEEPROM.....	67
3.2.1.5 Mencetak Password.....	68
3.2.1.6 Menu 2 – Administrator	70
3.2.1.6.1 Login Administrator	72
3.2.1.6.2 Menu Adm 1 – Ganti Password	72
3.2.1.6.3 Menu Adm 2 – Buka/Tutup Locker	74
3.2.1.7 Menu 2 – Masukkan Password.....	75
3.2.1.8 Keypad 4 x 4	77
3.2.1.9 Menulis Karakter Pada LCD	80
3.2.1.9.1 Seting Posisi Cursor	80
3.2.1.9.2 Tulis Karakter.....	81
3.2.2 Perangkat Lunak MCU Penggerak locker.....	82
3.2.2.1 Program Utama Penggerak Locker	82
3.2.2.2 Baca Sensor dan Seting Status	82
3.2.2.3 Terima Data Serial pada MCU Penggerak Locker.....	85

BAB IV PENGUJIAN SISTEM KUNCI LOCKER OTOMATIS DENGAN NOMOR KODE ACAK

4.1 Pengujian Sensor Isi Locker.....	87
4.1.1 Tujuan.....	87
4.1.2 Langkah Pengujian.....	87
4.1.3 Hasil Pengujian	88
4.2 Pengujian Indikator Isi	89
4.2.1 Tujuan.....	89
4.2.2 Langkah Pengujian.....	89
4.2.3 Hasil Pengujian	90

4.3 Pengujian Alarm.....	90
4.3.1 Tujuan.....	90
4.3.2 Langkah Pengujian.....	90
4.3.3 Hasil Pengujian	91
4.4 Pengujian Modul LCD M1632.....	92
4.4.1 Tujuan.....	92
4.4.2 Langkah Pengujian.....	92
4.4.3 Hasil Pengujian	93
4.5 Pengujian Motor DC Penggerak Pengunci.....	95
4.5.1 Tujuan.....	95
4.5.2 Langkah Pengujian.....	95
4.5.3 Hasil Pengujian	96
4.6 Pengujian Komunikasi Serial	96
4.6.1 Tujuan.....	96
4.6.2 Langkah Pengujian.....	96
4.6.3 Hasil Pengujian	99
4.7 Pengujian Pencetakan Karakter ke Printer	101
4.7.1 Tujuan.....	101
4.7.2 Langkah Pengujian.....	101
4.7.3 Hasil Pengujian	102
4.8 Pengujian Sistem Keseluruhan.....	103
4.8.1 Tujuan.....	103
4.8.2 Langkah Pengujian.....	103
4.8.3 Hasil Pengujian	104
 BAB V PENUTUP	
5.1 KESIMPULAN	106
5.2 SARAN – SARAN.....	109
 DAFTAR PUSTAKA.....	110
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok AT8958252.....	7
Gambar 2.2	Konfigurasi Pin- Pin AT8958252.....	10
Gambar 2.3	Organisasi RAM Internal	16
Gambar 2.4	Peta letak SFR pada Mikrokontroler AT8958252.....	18
Gambar 2.5	Koneksi SPI master dan slave	20
Gambar 2.6	Karakteristik Osilator	21
Gambar 2.7	Diagram Blok AT89551	26
Gambar 2.8	Konfigurasi Tombol keypad.....	29
Gambar 2.9	Konfigurasi kaki LCD	31
Gambar 2.10	Blok Diagram LCD	31
Gambar 2.11	Liquid Crystal Display	35
Gambar 2.12	IC Max 232.....	36
Gambar 2.13	Konektor DB9	37
Gambar 2.14	Limit Switch dan terminalnya	38
Gambar 2.15	Rangkaian Driver Buzzer	39
Gambar 2.16	Simbol Dioda.....	39
Gambar 2.17	Simbol LED.....	40
Gambar 2.18	Simbol Photo Dioda	41
Gambar 2.19	Rangkaian Replay.....	42
Gambar 3.1	Miniatur Locker dengan pengunci yang di gerakkan Motor DC.....	44
Gambar 3.2	Blok Diagram Rangkaian	47
Gambar 3.3	Mikrokontroler pengatur kerja locker	48
Gambar 3.4	Sensor isi locker	50
Gambar 3.5	Indikator isi locker.....	51
Gambar 3.6	Alarm Menggunakan Buzzer.....	52
Gambar 3.7	Sensor buka tutup pintu locker	53
Gambar 3.8	Motor DC sebagai penggerak kunci	54
Gambar 3.9	Rangkaian RS232	55

Gambar 3.10	Mikrokontroler pengacak password	57
Gambar 3.11	Modal LDC M 1632	58
Gambar 3.12	Papan tombol keypad	59
Gambar 3.13	Diagram alir Mikrokontroler pengecak password.....	60
Gambar 3.14	Diagram alir tentang alat	63
Gambar 3.15	Diagram alir Menerima Data serial	65
Gambar 3.16	Diagram alir pengacak password	68
Gambar 3.17	Diagram alir Mencetak password.....	69
Gambar 3.18	Diagram alir Atministrator	71
Gambar 3.19	Diagram alir Login administrator.....	72
Gambar 3.20	Diagram alir Ganti password Admin	74
Gambar 3.21	Diagram Alir Buka tutup locker.....	75
Gambar 3.22	Diagram alir masukkan password	76
Gambar 3.23	Diagram alir keypad 4 x 4	79
Gambar 3.24	Diagram alir mengeset posisi carsor LCD	80
Gambar 3.25	Diagram alir menulis karakter pada LCD	81
Gambar 3.26	Diagram alir penggerak locker	82
Gambar 3.27	Diagram alir Baca sensor	83
Gambar 3.28	Diagram alir seting status.....	85
Gambar 3.29	Diagram alir aktifkan Alarm dan pengunci.....	86
Gambar 4.1	Pengujian sensor isi locker.....	88
Gambar 4.2	Pengujian indicator isi	89
Gambar 4.3	Pengujian alarm.....	91
Gambar 4.4	Pengujian LCD M 1632	92
Gambar 4.5	Pengujian motor DC pengunci	95
Gambar 4.6	Pengujian converter RS232.....	97
Gambar 4.7	Pengujian komonikasi serial.....	98
Gambar 4.8	Pengujian komunikasi serial dengan converter RS232	98
Gambar 4.9	Peng ujian printer	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Alternatif Post 1.....	11
Tabel 2.2	Fungsi Alternatif Post 3	12
Tabel 2. 3	Pengaturan RS 0- RS 1 Register Bank	16
Tabel 2. 4	128 Byte special function Register.....	17
Tabel 2. 5	Mode Operasi Timer/Counter 0 dan 1	22
Tabel 2. 6	Mode Operasi Timer 2	23
Tabel 2. 7	Perbedaan antara AT 8958252 dan AT 89551	28
Tabel 2. 8	Fungsi tiap pin LCD	32
Tabel 2. 9	Instruksi pada LCD	33
Tabel 2. 10	Pemilihan register pada LCD	34
Tabel 2. 11	Konfigurasi Pin DB 9	37
Tabel 3.1	Nama dan spesifikasi locker	47
Tabel 3.2	Nama tombol dan Data yang di hasilkan.....	77
Tabel 4.1	Data pengujian sensor isi locker.....	88
Tabel 4.2	Data pengujian indicator isi.....	90
Tabel 4.3	Data pengujian alarm	91
Tabel 4.4	Data pengujian motor DC	96
Tabel 4.5	Pengujian RS 232 – TTL.....	99
Tabel 4.6	Pengujian RS 232 – TTL untuk RxD	99
Tabel 4.7	Pengujian serial mikrokontroler	99
Tabel 4.8	Pengujian serial dengan menggabungkan RS 232 –TTL ke Mikrokontroler.....	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan teknologi elektronika sangat pesat dan maju. Telah banyak ditemukan dan diciptakan peralatan elektronik yang pada dasarnya memberikan kemudahan, efektifitas, penghematan, keunggulan kinerja dan manfaat yang besar bagi kehidupan manusia.

Jika kita amati sebenarnya fasilitas locker juga disediakan oleh beberapa bank. Beberapa dari bank sejak dulu telah menyediakan locker bagi para nasabah untuk menyimpan barang-barang dan harta benda yang berharga. Jadi para nasabah yang menggunakan fasilitas locker pada bank akan diberikan sebuah anak kunci atau kartu sebagai tanda kepemilikan atas barang yang ada atau tersimpan dalam locker yang sesuai dengan nomor dari kartu atau anak kunci yang dipegang oleh nasabah bank. Sehingga para nasabah harus selalu berhati-hati menyimpan anak kunci atau kartu agar tidak hilang atau jatuh ke tangan orang lain. Metode penggunaan anak kunci memiliki resiko hilang atau adanya usaha penggandaan oleh pihak lain, maka keamanan locker kurang terjamin apalagi permasalahan tersebut terjadi lebih dari 1(satu) kunci locker. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa keamanan fasilitas locker di bank masih kurang memadai dengan sistem anak kunci atau kartu.

Untuk mengatasi permasalahan diatas perlu dibuat suatu sistem yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Mengedalikan beberapa pintu locker dengan

tingkat keamanan yang lebih baik untuk pengguna yang bersifat umum menggunakan nomor kode atau password acak dan memiliki indicator sebagai informasi pengguna locker, sehingga calon pengguna locker tidak perlu menjadi pelanggan karena nomor kode yang diketahuinya berfungsi sekali penggunaan bersifat acak dan mengetahui locker mana dalam keadaan terisi atau kosong, dengan demikian petugas disini akan difungsikan sebagai administrator untuk mereset nomor kode pengguna locker yang lupa dan kehilangan kertas password atau nomor kode locker tersebut bukan meletakkan barang pada locker yang kosong.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, inti permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Penggunaan anak kunci pada locker belum menjamin keamanan setiap calon pengguna locker, karena anak kunci memungkinkan untuk digandakan oleh pengguna sebelumnya.
- Penggunaan nomor kode yang sama pada satu locker, dengan perbedaan waktu penggunaan yang dapat diperkirakan *range* atau interval waktunya berdampak rawannya keamanan locker, karena nomor kode makin mudah diketahui.
- Pelayanan penggunaan locker dengan bantuan petugas (menentukan dan meletakkan barang). Hal ini akan menimbulkan masalah, karena pengguna harus antri menyerahkan barang untuk diletakkan atau menerima barang

yang diambilkan oleh petugas dan calon pengguna tidak mengetahui ada tidaknya locker yang kosong.

1.3. Batasan Masalah

Sesuai dengan permasalahan yang dibahas dalam pembuatan laporan skripsi ini, penulis akan membatasi permasalahan dengan tujuan untuk mencegah terjadi perluasan masalah dari fokus permasalahan. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan dan membuat perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat mengendalikan sistem.
2. Membuat rangkaian keypad untuk memasukkan nomor locker dan nomor kode serta rangkaian printer untuk mencetak nomor kode atau password bagi pemakai dan display pendukung *keypad*.
3. Membuat rangkaian sensor untuk mendeteksi keberadaan barang dan rangkaian lampu indikator sebagai informasi status locker.
4. Jumlah locker yang diakses adalah 4(empat) pintu

Hal-hal yang tidak dibahas dalam penulisan ini :

1. Mengenai perancangan mekanik.
2. Bukti kepemilikan dalam locker.
3. Jumlah calon pengguna yang melebihi kapasitas locker.
4. Fabrikasi komponen.
5. Motor DC, karena motor digunakan sebagai pengunci pintu.
6. Printer sebagai pencetak password.
7. Rangkaian catu daya, model alat.

1.4. Tujuan

Tujuan dari perancangan dan pembuatan alat ini adalah :

- Merancang dan membuat suatu model/prototype kunci locker yang dilengkapi dengan pengaturan kunci pintu secara elektrik menggunakan nomor kode acak dengan tingkat keamanan yang lebih baik untuk pengguna yang bersifat umum.

1.5. METODOLOGI PERENCANAAN

Adapun langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan perubahan teoritis pada perancangan dan pembuatan sistem kunci locker secara elektrik dengan nomor kode acak menggunakan mikrokontroler AT89S8252 adalah:

1. Studi literature tentang teori sistem control menggunakan mikrokontroler secara umum dan teori tentang komponen yang akan digunakan.
2. Perencanaan perangkat keras yaitu perancangan blok yang berhubungan dengan kerja alat yang digunakan dan perencanaan perangkat lunak.
3. Pembuatan alat antara lain meliputi pembuatan PCB, perakitan komponen serta penyolderan dan pembuatan perangkat lunak.
4. Pengujian alat yaitu melakukan pengujian setiap blok rangkaian dan kerja seluruh sistem.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I : Menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan.

BAB II : Menjelaskan tentang teori dasar yang berisi tentang prinsip dasar dari mikrokontroller dan rangkaian pendukung.

BAB III : Menjelaskan perencanaan dan pembuatan alat.

BAB IV : Menjelaskan tentang pengujian alat yang telah direalisasikan.

BAB V : Menjelaskan tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

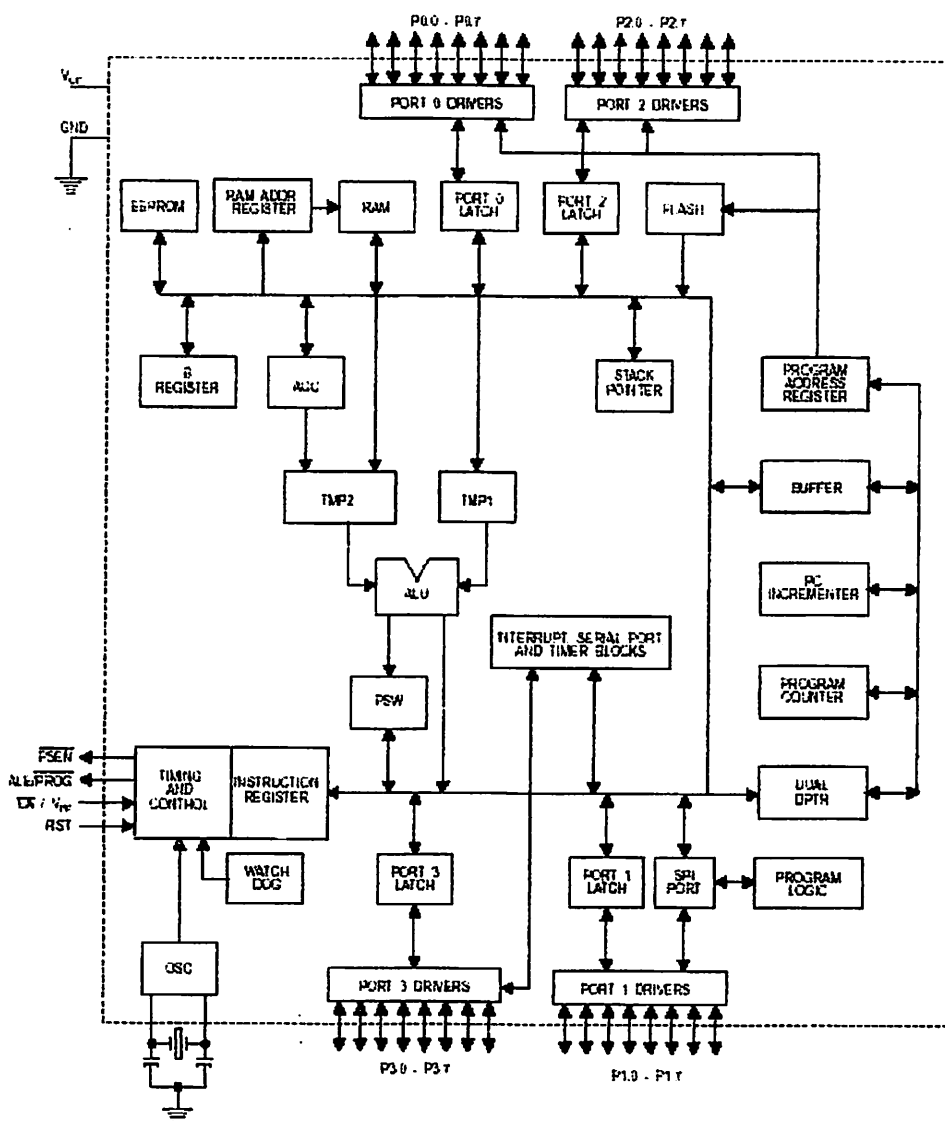
2.1. Mikrokontroler AT89S8252

2.1.1. Teori Umum

SCM (*single on-chip*) adalah suatu mikrokontroler lengkap yang dibuat dalam sebuah IC yang mempunyai struktur seperti CPU, Osilator, Timer, RAM, EPROM dan Buffer (alamat, data dan input-output). Mikrokontroler AT89S8252 merupakan mikrokontroler 8-bit kompatibel dengan standar industri *MCS-51TM* baik dari segi pemrograman maupun kaki tiap pin. Mikrokontroler AT89S8252 mempunyai 8 Kbyte PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*).

Pada dasarnya mikrokontroler terdiri atas mikroprosesor, timer, counter, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang mudah didesain dalam bentuk chip tunggal (*single chip*). Pada dasarnya mikrokontroler mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol suatu kerja sistem.

Diagram blok dari IC AT89S8252 seperti gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Diagram Blok AT89S88252^[1]

Sumber: www.atmel.com

Di dalam mikrokontroler juga terdapat CPU, ALU, PC, SP dan register seperti dalam mikroprosesor, tetapi juga ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti RAM, ROM, PIO, SIO, Counter dan sebuah rangkaian Clock.

RAM pada dasarnya merupakan suatu flip-flop yang dapat diset/direset, sifat ini membuat RAM dapat dibaca atau ditulis. Karena transistor yang menyusun flip-flop membutuhkan suatu tegangan DC agar tetap aktif, maka sel RAM akan kehilangan datanya bila power dimatikan. Hal ini dalam dunia komputer disebut bersifat *volatile*. Sedangkan ROM memiliki beberapa tipe diantaranya yaitu *Mask Programmable ROM* , *Fusible Link PROM*, *UV Light Erasable PROM* (EPROM) dan EEPROM. Tidak seperti RAM, data yang ada didalam ROM tidak akan hilang bila power dimatikan. Hal ini disebut bersifat *non-volatile*, suatu pemrogram khusus yang diperlukan untuk menulis data ke ROM. Karena non-volatilitasnya maka ROM sering dipetakan ke alamat reset dari mikrokontroler, dalam hal ini sangat diperlukan pada saat melakukan *booting*.

Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8-bit instruksi yang digunakan untuk membaca data instruksi dari internal memori ke ALU. Sebagai suatu sistem kontrol, mikrokontroler bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Terlihat bahwa mikrokontroler Atmel AT89S8252 memiliki banyak fitur yang menguntungkan. Dipakainya *downloadable flash memory* memungkinkan mikrokontroler ini bekerja sendiri tanpa diperlukan tambahan chip lainnya. Sementara flash

memorinya mampu diprogram hingga seribu kali. Hal lain yang menguntungkan adalah sistem pemrograman menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan rangkaian yang rumit seperti rangkaian untuk memprogram produk Atmel lainnya. Di samping itu pula mikrokontroler AT89S8252 membutuhkan daya rendah dan memiliki performen yang tinggi.

AT89S8252 juga mempunyai 2 buah *Power Saving Mode* yang dapat diatur melalui *software*, yaitu IDE Mode yang akan menghentikan CPU sebagai RAM, dimana Timer/Counter, Serial Port dan Interrupt Sistem tetap berfungsi. Sedangkan *Power Down Mode* yang akan menyimpan data di RAM dan akan menahan osilator untuk tidak mengaktifkan chip yang lain sampai terjadi reset secara *hardware*.

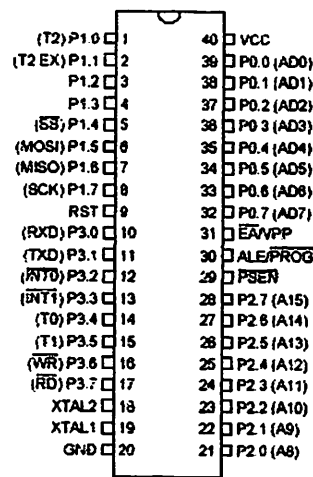
Adapun secara umum, konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler AT89S8252 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8-bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel
- 8 Kbyte *Downloadable Flash Memory*
- 2 Kbyte EEPROM
- Sebuah port serial dengan kontrol *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*)
- 256 byte RAM internal
- 32 I/O yang dapat dipakai semuanya
- 3 buah Timer/Counter 16-bit
- 6 Sumber Interrupt
- SPI Serial Interface

- *Programmable Watchdog Timer*
- *Dual data pointer*
- Frekuensi kerja 0 – 24 MHz
- Tegangan operasi 2,7 V sampai 6 V
- *Power-of flag*
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian dan operasi Boolean (bit)

2.1.2. Konfigurasi Pin Pada Mikrokontroller AT89S8252

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroler AT89S8252 terdiri dari 40 pin seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin-Pin AT89S8252

Sumber: www.atmel.com

Adapun fungsi dari tiap pin akan dijelaskan sebagai berikut :

- Pin 1 – 8

Port 1 yang terdiri atas pin 1 – 8 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dengan internal *pull-up* dan mempunyai fungsi khusus seperti yang terlihat pada tabel

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port 1

Port Pin	Fungsi
P1.0	T2 (masukan eksternal untuk Timer/Counter 2)
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger dan kontrol arah
P1.2	-
P1.3	-
P1.4	SS (slave port select input)
P1.5	MOSI (master data output, slave data input untuk chanel SPI)
P1.6	MISO (maser data input, slave data output untuk chanel SPI)
P1.7	SCK (master clock output, slave clock input untuk chanel SPI)

- Pin 9

RST merupakan saluran 2 masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi

- Pin 10 – 17

Port 3 yang terdiri atas pin 10 – 17 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dengan internal *pull-up* dan mempunyai fungsi khusus seperti yang terlihat pada tabel

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port 3

Port Pin	Fungsi
P3.0	RXD (port serial input)
P3.1	TXD (port serial output)
P3.2	INT0 (interrupt eksternal 0)
P3.3	INT1 (interrupt eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (menulis data ke memori eksternal)
P3.7	RD (membaca data dari memory eksternal)

- Pin 18 – 19

XTAL₁ dan XTAL₂ merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem.

Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal. Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. XTAL₁ merupakan masukan ke rangkaian osilator internal sedangkan XTAL₂ merupakan keluaran dari rangkaian osilator internal

- Pin 20

V_{SS} merupakan hubungan ke ground dari rangkaian

- Pin 21 – 28

Port 2 yang terdiri atas pin 21 – 28 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dengan internal *pull-up*. Port ini mengeluarkan 8-bit bagian alamat tinggi (A₈ – A₁₅) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal dan pengambilan data memori eksternal menggunakan mode pengalamatan 16-bit

- Pin 29

PSEN (*Program Store Enable*) merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal

- Pin 30

ALE/PROG (*Address Latch Enable*) merupakan pulsa yang berfungsi untuk mengeluarkan alamat rendah ($A_0 - A_7$) dalam port 0, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah 1/6 kali frekuensi osilator dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal

- Pin 31

EA/VPP (*External Access Enable*) untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan ground bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 V jika menggunakan memori program internal. Dapat diberikan logika rendah (ground) atau logika tinggi (+5V), jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/*Flash Memory*), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal

- Pin 32 – 39

Port 0 yang terdiri atas pin 32 – 39 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah tanpa internal *pull-up*. Port 0 merupakan saluran alamat rendah ($A_0 - A_7$) yang dimultipleks dengan saluran bus data ($D_0 - D_7$)

- Pin 40

V_{CC} merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi kurang lebih 1 %

2.1.3. Masukan dan Keluaran

Untuk saluran masukan dan keluaran terdapat 4 buah port yang masing-masing 8-bit. Saluran ini bersifat dua arah (*bidirectional*) yang berarti dapat difungsikan sebagai masukan/keluaran, serta dapat dialamat per bit. Port 3 selain digunakan sebagai port masukan dan keluaran juga dapat digunakan sebagai fungsi pengganti sebagaimana yang terdapat dalam tabel 2.2. AT89S8252 juga memiliki fitur tambahan yang terdapat pada port 1 seperti dalam tabel 2.1.

2.1.4. Organisasi Memori

2.1.4.1. Data Memori (EEPROM) dan RAM

Berbeda dengan mikrokontroler standar MCS-51, untuk AT89S8252 terdapat 2 Kbytes dalam EEPROM untuk penyimpanan data dan 256 byte untuk RAM. Dibagian atas 128 byte RAM ditempati paralel untuk SFR. Bagian atas 128 byte mempunyai alamat sama dengan SFR, tetapi secara fisik terpisah dari SFR.

EEPROM on-chip ini diakses dengan mengeset bit EEMEN pada register WMCON pada alamat 96_H. Alamat EEPROM ini adalah 000_H sampai 7FF_H. Dan selama EEPROM memprogram, yang dibaca dari EEPROM akan mengambil byte yang sedang ditulis dengan melengkapi MSB. Instruksi *movx* digunakan untuk mengakses EEPROM internal ini. Bit EEMWE pada register WMCON harus diset ke "1" sebelum sembarang lokasi pada EEPROM dapat ditulisi. Program

pengguna harus mereset bit EEMWE ke “0” jika proses penulisan ke EEPROM tidak diperlukan lagi. Proses penulisan ke EEPROM dapat dilihat dengan membaca bit RDY/BSY pada SFR WMCON. Jika bit ini berlogika rendah maka berarti penulisan EEPROM sedang berlangsung, tapi jika bit ini berlogika tinggi berarti penulisan sudah selesai dan penulisan lain dapat dimulai lagi.

Sedangkan RAM yang ada pada mikrokontroler AT89S8252 berkapasitas 256 byte dan kompatibel dengan RAM yang ada pada mikrokontroler standar MCS-51. Pada lower 128-bit lokasi memori dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Empat Bank Register

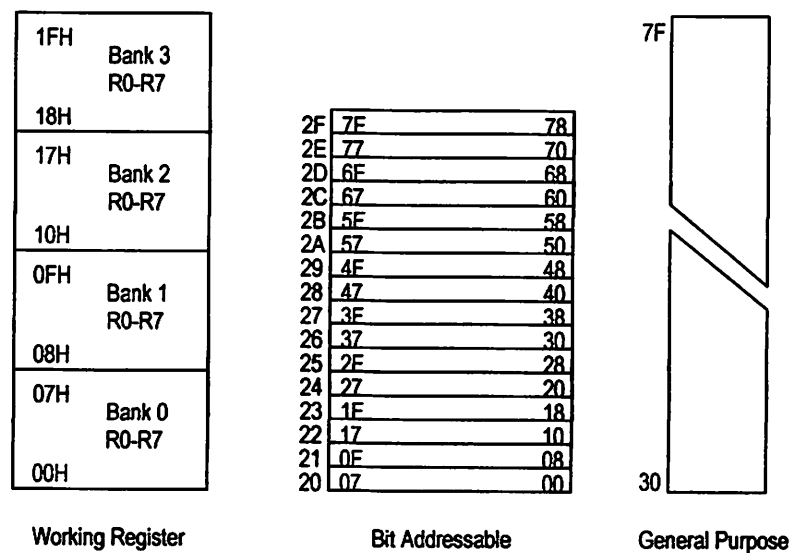
Setiap bank terdiri dari 8 register (R0-R7), sehingga jumlah register untuk keempat bank register (bank 0 – bank 3) menjadi 32 buah register yang menempati ruang alamat 00_H – 1F_H. Untuk mengaktifkan salah satu bank register dapat dilakukan dengan mengatur RS0-RS1 melalui pengaturan pada PSW (*Program Status Word*)

2. Bit Addressable

Terdiri dari 16-bit yang berada pada alamat 20_H – 2F_H. Masing- masing dari 128-bit lokasi ini dapat dialamati secara langsung yaitu dari 00_H – 7F_H

3. Scratch Pad Area

Terdiri dari 80-byte yang menempati alamat 30_H – 7F_H yang dapat dialamati secara langsung dan dapat digunakan untuk keperluan umum (*General Purpose RAM*). Misalnya digunakan untuk lokasi *stack*.



Gambar 2.3 Organisasi RAM Internal

Sumber: Teknik Antarmuka dan Pemrograman AT89C51, Elekmmedia Komputindo

Tabel 2.3 Pengaturan RS0-RS1 Untuk Select Register Bank

RS1	RS0	Select Register Bank
0	0	Bank 0
0	1	Bank 1
1	0	Bank 2
1	1	Bank 3

2.1.4.2. SFR (*Special Function Register*)

Area memori AT89S8252 disebut dengan SFR (*Special Function Register*) yang merupakan register dengan tugas khusus. Tidak semua address digunakan sebagai SFR, hanya addres tertentu seperti yang dijelaskan oleh tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 128 Byte Special Function Register

SYMBOL	NAME	ADDRESS
ACC	ACCUMULATOR	0E0H
B	B REGISTER	0F0H
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
SP	STACK POINTER	81H
DPTR	DATA POINTER 2 BYTE	
DPL	LOW BYTE	82H
DPH	HIGH BYTE	83H
P0	PORT 0	80H
P1	PORT 1	90H
P2	PORT 2	0A0H
P3	PORT 3	080H
IP	INTERRUPT PERIORITY CONTROL	088H
IE	INTERRUPT ENABLE CONTROL	0ABH
TMOD	TIMER/COUNTER MODE CONTROL	89H
TCON	TIMER/COUNTER CONTROL	88H
+TCON	TIMER/COUNTER 2 CONTROL	0CBH
TH0	TIMER/COUNTER 0 HIGH CONTROL	8CH
TL0	TIMER/COUNTER 0 LOW CONTROL	8DH
TH1	TIMER/COUNTER 1 HIGH CONTROL	8DH
TL1	TIMER/COUNTER 1 LOW CONTROL	8CH
TH2	TIMER/COUNTER 2 HIGH CONTROL	0CDH
TL2	TIMER/COUNTER 2 LOW CONTROL	0CCH
RCAP2H	T/C 2 CAPTURE REG. HIGH BYTE	0CBH
+RCAP2L	T/C 2 CAPTURE REG. LOW BYTE	0CAH
SCON	SERIAL CONTROL	98H
SBUF	SERIAL DATA BUFFER	99H
PCON	POWER CONTROL	87H

Sumber: *Teknik Antarmuka dan Pemrograman AT89C51, Elekmedia Komputindo*

Akses pembacaan dari semua address akan diwujudkan dalam bentuk random data dan penulisan akses diwujudkan dalam bentuk (efek) tidak tentu. SFR pada mikrokontroler AT89S8252 kompatibel dengan mikrokontroler keluarga MCS-51 dan memiliki alamat 80_H sampai FF_H sehingga terdapat 128-bit

lokasi alamat untuk SFR. Namun demikian, pada mikrokontroler ini tidak berarti memiliki SFR sebanyak 128 buah.

Selain itu mikrokontroler AT89S8252 memiliki tambahan SFR. Hal ini tak lain adalah karena terdapatnya tambahan fitur pada mikrokontroler ini. SFR tambahan ini meliputi T2CON (Timer 2 Control dengan alamat 0C8_H), T2MOD (Timer 2 Mode dengan alamat 0C9_H), WMCON (*Watchdog and Memory Control* Register dengan alamat 96_H), SPCR (SPI Control Register dengan alamat D5_H), SPSR (SPI Status Register dengan alamat AA_H), SPDR (SPI Data Register dengan alamat 86_H). Gambar berikut akan menjelaskan letak masing-masing SFR.

Gambar 2.4 Peta Letak SFR Pada Mikrokontroller AT89S8252

0F3H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DF H
0D0H	PSW 00000000					SPCR 000011XX		0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XX000000	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000		0CF H
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000		SPSR 01XX000X					0AFH
0A0H	P2 11111111							0A7H
09H	SCON 00000000	SBUF XX00000X						0FH
9CH	P1 11111111						WMCON 00000010	97H
8EH	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		8FH
8CH	P0 11111111	SP 00001111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XX00000X	87H
							PCON 00000000	

Sumber: www.atmel.com

2.1.4.2.1. SFR untuk Timer 2

Mikrokontroler AT89S8252 terdapat tambahan sebuah Timer/Counter yang diberi nama Timer 2 (sehingga AT89S8252 memiliki 3 Timer/Counter yaitu Timer/Counter 0, Timer/Counter 1, Timer/Counter 2). Pada Timer/Counter 2 ini dikendalikan oleh SFR yang bernama T2CON (Timer 2 Control), T2MOD (Timer 2 Mode) dan sepasang register RCAP2H, RCAP2L yang merupakan register *capture/reload* untuk Timer 2 dalam 16-bit *capture mode/auto-reload mode*.

2.1.4.2.2. SFR untuk Watchdog dan Memori

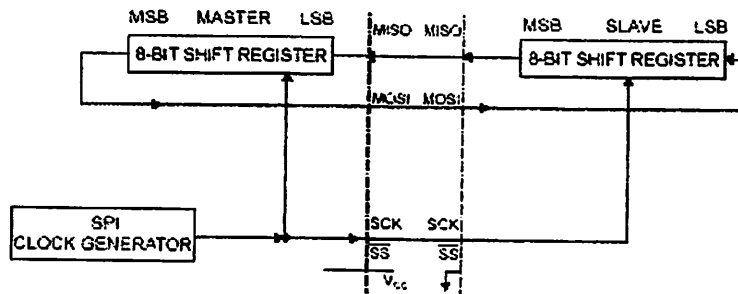
Untuk menggunakan Watchdog Timer/Memori, maka dapat dilakukan dengan mengatur SFR yang bernama WMCON dengan alamat 96_H.

2.1.4.2.2. SFR pengontrol SPI

Berbeda dengan mikrokontroler MCS-51, AT89S8252 memiliki fasilitas SPI (*Serial Peripheral Interface*). Fasilitas ini memungkinkan transfer data kecepatan tinggi secara sinkron antara mikrokontroler dengan peripheral atau antar mikrokontroler AT89S8252. Fitur ini meliputi :

- a. *Full Duplex*, 3 kawat dengan transfer data secara sinkron
- b. Operasi Master atau Slave
- c. Frekuensi maksimum 6 MHz
- d. 4-bit rate terprogram
- e. Sistem data transfer MSB dahulu atau LSB
- f. *Write Collision Flag Protection*

Gambar berikut menunjukkan hubungan antara CPU master dan slave.



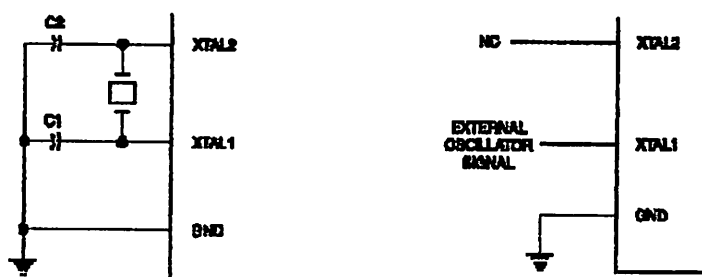
Gambar 2.5 Koneksi SPI Master dan Slave

Sumber: www.atmel.com

2.1.5. Osilator

Jantung dari AT89S8252 adalah rangkaian yang membangkitkan pulsa clock yang mensinkronkan semua operasi internal. Mikrokontroler AT89S8252 memiliki osilator internal (*on-chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber pewaktu (clock) bagi CPU. Untuk menggunakan osilator internal diperlukan sebuah kristal atau resonator keramik antara pin XTAL₁ dan XTAL₂ dan sebuah kapasitor ke ground. XTAL₂ dan XTAL₁ secara berurutan merupakan input dan output dari sebuah inverting amplifier yang dapat dikonfigurasi penggunaannya sebagai *on-chip oscillator* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.6a.

Untuk memberikan IC AT89S8252 sumber clock eksternal, maka pin XTAL₂ dibiarkan tidak berhubungan dengan sumber clock eksternal dan XTAL₁ dihubungkan dengan sumber clock eksternal seperti pada gambar 2.6b.

a). *Oscillator Connector*b). *External Clock Drive Configuration***Gambar 2.6 Karakteristik Osilator**

Sumber: www.atmel.com

2.1.6. Timer dan Counter

Dalam mikrokontroler AT89S8252 terdapat 3 buah pewaktu/pencacah (Timer/Counter) 16-bit yang dapat diatur melalui perangkat lunak, yaitu pewaktu/pencacah 0 dan pewaktu/pencacah 1. Timer/Counter ini diatur oleh SFR (*Special Function Register*) yaitu Timer/Counter Control (TCON dengan alamat 88_H) dan Timer/Counter Mode Control (TMOD dengan alamat 89_H). Selain itu nilai byte bawah dan byte atas dari Timer/Counter disimpan dalam register TL dan TH.

Jika difungsikan sebagai Timer, maka akan menggunakan sistem clock sebagai sumber masukan pulsanya. Jika sebagai Counter (pencacah), maka akan menggunakan pulsa dari luar (eksternal) sebagai masukan pulsanya. Pada port 3 terdapat fungsi khusus yaitu T0 (masukan luar untuk Timer/Counter 0) dan T1 (masukan luar untuk Timer/Counter 1). Pemilihan mode Timer/Counter dikontrol

oleh register TMOD. Dengan memberikan nilai tertentu pada regiater TMOD, dapat dipilih mode operasi untuk Timer/Counter 0 dan Timer/Counter 1 seperti terlihat dalam tabel.

Tabel 2.5 Mode Operasi Timer/Counter 0 dan 1

Mode	Timer/Counter 0	Timer/Counter 1
0	13-bit Timer	13-bit Timer
1	16-bit Timer	16-bit Timer
2	8-bit auto-reload	8-bit auto-reload
3	Dua 8-bit Timer	Tidak bekerja

Sumber: MCS-51 Microcontroller User’s Manual

Pada mikrokontroler terdapat tambahan Timer 2. Timer yang lain adalah Timer 0 dan Timer 1. Timer 2 ini merupakan Timer/Counter 16-bit dan memiliki 3 mode operasi yaitu *capture*, *auto-reload (up-down counting)* dan *baund rate generator*. Untuk memilih mode ini dilakukan dengan mengatur bit pada SFR T2CON (Timer 2 Control Register). Timer 2 ini terdiri dari 2 buah Timer 8-bit register yaitu TH2 dan TL2. Pada fungsi Timer, register TL2 dinaikkan (*increament*) tiap siklus mesin. Karena siklus mesin terdiri dari 12 periode osilasi, maka *count rate* menjadi 1/12 dari frekuensi osilator. Sedangkan pada fungsi Counter, register dinaikkan berdasarkan tanggapan adanya transisi tinggi ke rendah pada pin yang bersesuaian (dalam hal ini pin T2 atau P1.0). Tabel berikut menunjukkan mode operasi yang dapat dijalankan pada Timer 2.

Tabel 2.6 Mode Operasi Timer 2

RCLK + TCLK	CP/RL2	TR2	MODE
0	0	1	16-bit auto-reload
0	1	1	16-bit capture
1	X	1	Baund Rate Generator
X	X	0	Off

Sumber: www.atmel.com

Keterangan :

RCLK = *Receive Clock Enable*. Jika diset menyebabkan serial port menggunakan pulsa *overflow* Timer 2 sebagai detak penerimaan pada serial port. Jika RCLK = 0, maka Timer 1 yang digunakan

TCLK = *Transmit Clock Enable*. Jika diset menyebabkan serial port menggunakan pulsa *overflow* Timer 2 sebagai detak pengiriman. Jika TCLK = 0, maka pulsa *overflow* Timer 1 yang digunakan

CP/RL2 = *Pemilihan Capture/Reload*. Jika diset maka proses *capture* yang terjadi sedangkan jika bit ini diclear maka proses *reload*

2.1.7. Sistem Interrupt

AT89S8252 memiliki 6 buah sumber interupsi, 2 eksternal interupsi (INT0 dan INT1), 3 Timer interupsi (Timer 0,1 dan 2) dan satu serial port interupsi.

INT0 = interrupt pada P3.2 (kaki 12)

INT1 = interrupt pada P3.3 (kaki 13)

Timer 0 = Timer pada P3.4 (kaki 14)

Timer 1 = Timer pada P3.5 (kaki15)

Port serial = jika pengiriman/penerimaan suatu frame telah lengkap

Saat terjadinya interupsi, mikrokontroler secara otomatis akan menuju *subroutine* pada alamat tersebut. Setelah interupsi servis selesai dikerjakan, mikrokontroler akan mengerjakan program semula. Dua sumber eksternal adalah INT0 dan INT1, kedua interupsi eksternal akan aktif, transisi tergantung isi IT0 dan IT1 pada register TCON. Interrupt T0 dan T1 aktif pada saat Timer yang sesuai mengalami *roll over*. Interupsi serial akan dibangkitkan dengan melakukan operasi OR pada R1 dan T1 tiap-tiap sumber interupsi dapat *enable* atau *disable* secara *software*. Tingkat prioritas semua sumber interupsi dapat diprogram sendiri-sendiri dengan set atau *clear bit* pada SFR IP (*interrupt priority*). Register yang akan berperan dalam mengatur aktif tidaknya interupsi adalah Interrupt Enable Register.

2.1.8. Reset

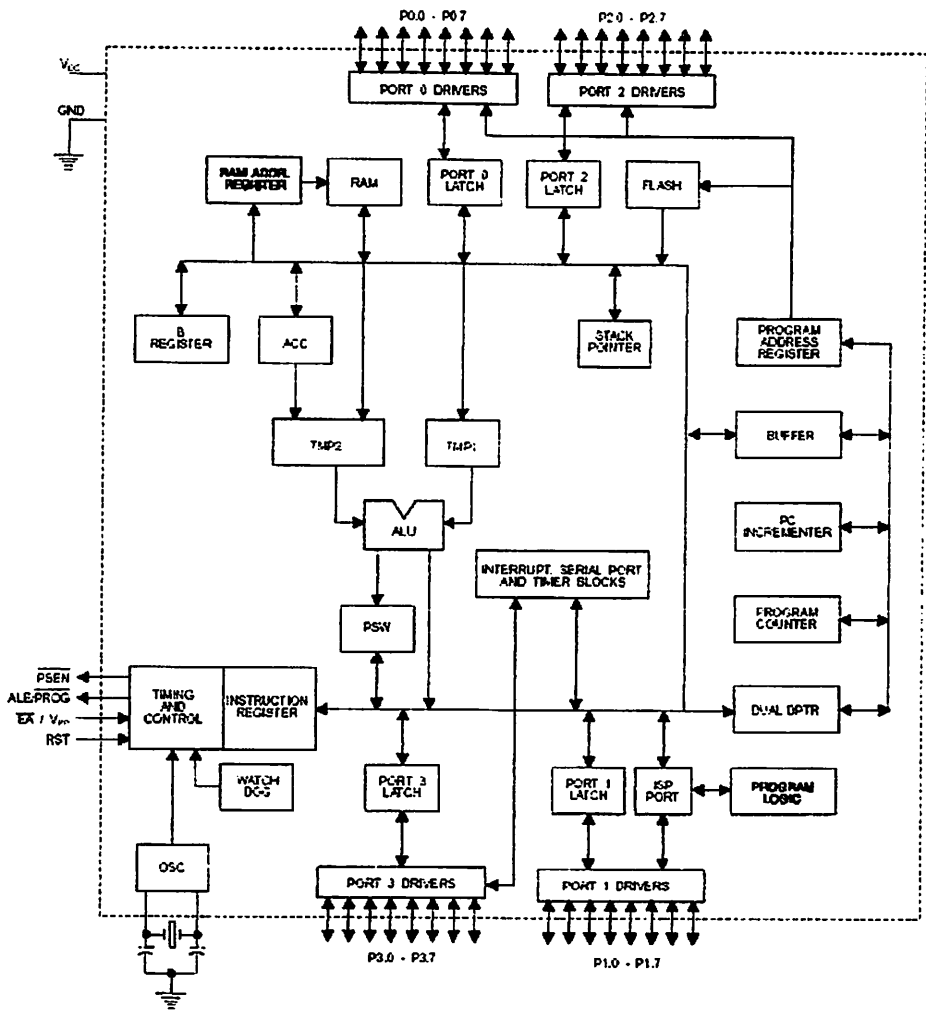
Rangkaian power on reset diperlukan untuk mereset mikrokontroler secara otomatis setiap catu daya. Ketika catu daya diaktifkan, rangkaian reset menahan logika tinggi pin RST dengan jangka waktu yang ditentukan oleh besarnya pengisian muatan C.

2.2. Mikrokontroller AT89S51

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL *kompetibel* penuh dengan mikrokontroller keluarga MCS-51, dengan supply daya rendah, memiliki performance yang tinggi, dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Enable and programmable read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan *Programmer Nonvolatily Memory Konvensional*.

Dalam sistem mikrokontroller terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung.

Block Diagram



Gambar 2.7 Diagram Blok AT89S51

Sumber: www.atmel.com

2.2.1. Arsitektur dan Organisasi AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari sebuah *Control Prosessing Unit* (CPU), 2 jenis memori data (RAM) dan memori program (ROM), port input /

output (I/O) dan register – register mode, status, internal timer dan counter, serial communication serta random yang diperlukan oleh berbagai fungsi periperal. Masing – masing bagian saling berhubungan port input / output.

Arsitektur mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. CPU (Central Processing Unit) 8-bit dengan register A (accumulator) dan B
2. 128 byte internal RAM.
3. 16-Bit Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR).
4. 8- Bit Program Status Word (PSW).
5. 4-Bit Stack Pointer (SP).
6. 4 Kbyte internal EPROM.
7. 2 buah port serial *full duplex*
8. *Control Register*, antara lain : TCON, SCON, PCON, IP, dan IE
9. 5 buah sumber interupsi (2 buah sumber interup external dan 3 buah sumber internal).
10. Osilator dan Clock Internal.
11. Watch Dog Programmable Timer.
12. ISP Port .
 - 4 bank register, masing-masing berisi 8 byte
 - 16 byte alamat serbaguna yang dapat diakses sebagai byte atau bit, tergantung software yang digunakan.
 - 80 Byte *general purpose memory* data.
13. 32 pin input-output tersusun atas P0-P3, masing-masing 8-bit.
14. 2 buah 16-bit Timer/Counter.

2.2.2. Perbedaan antara AT898252 dan AT89S51

Table 2.7. Perbedaan antara AT 89S8252 dan AT 89S51

FASILITAS	AT 89S8252	AT 89S51
Flash memory	8Kbyte	4Kbyte
EEPROM	2Kbyte	-
Tegangan Operasi	4V – 6V	4V – 5,5V
Frekuensi Kerja	0Hz – 24MHz	0Hz – 33MHz
RAM	256Byte	128Byte
I/O Line	32 Pin	32 Pin
Timer/Counter	3 buah 16 bit	2 buah 16 bit
INTERRUPT	9 Sumber	6 Sumber
Serial Chanel	Programable UART	Full Duplex UART
Dual Data Pointer	Ya	Ya
Power Off Flag	Ya	Ya

Sumber: www.atmel.com, data sheet

2.3. Keypad 4 x 4

Untuk mempermudah penggunaan mikrokontroller sebagai alat proses, maka diperlukan sarana yang dapat menjadi penghubung penggunaan dengan alat kontrol, yaitu sebagai sarana input data yang nantinya akan diolah oleh mikrokontroller.

Peralatan input data yang dapat menunjang mikrokontroller adalah beberapa saklar tekan yang menyatakan angka dan karakter yang disusun berbentuk matrik 4 kolom dan 4 baris dengan total tombol 16 buah. Keypad ini

berfungsi untuk memberi masukan nilai derajat langsung ke minimum sistem. kemudian data ditampilkan pada LCD.

Rangkaian ini dapat dianalogikan dengan empat buah kabel terbuka yang disilang dengan empat buah kabel yang lain (diletakan diatasnya). Perlakuan ini akan menyebabkan perolehan 16 titik persilangan. Bila pada suatu titik kabel persilangan itu bersentuhan (salah satu ditekan hingga menyentuh kabel yang lain dibawahnya), maka diasumsikan bahwa tombol keypad pada posisi bersilangan tersebut ditekan. Berikut ini adalah gambar konfigurasi tombol Keypad :

1	2	3	COR
4	5	6	MEN
7	8	9	UP
CAN	0	ENT	DOWN

Gambar 2.8 Konfigurasi Tombol Keypad

2.4. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display atau LCD merupakan komponen optoelektronik yaitu komponen yang bekerja atau dipengaruhi oleh sinar (optolistrik), komponen pembangkit cahaya (light emitting) dan komponen-komponen yang akan mengubah sinar. LCD terbuat dari bahan kristal cair yang merupakan suatu

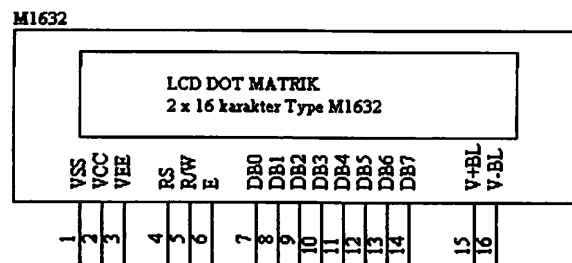
komponen organik dan mempunyai sifat optik seperti benda padat meskipun bahan tetap cair.

Sel kristal cair terdiri dari selapis bahan kristal cair yang diapit antara dua kaca tipis yang transparan. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai lapisan penghantar tembus cahaya seperti oksida timah (*tin oxide*) atau oksida indium (*indium oxide*). Sel mempunyai ketebalan sekitar 1×10^{-5} meter dan diisi dengan kristal cair.

Karena sel-sel kristal cair merefleksikan cahaya dan bukan membangkitkan cahaya maka konsumsi daya yang dibutuhkan relatif rendah. Energi yang dipergunakan hanya untuk mengaktifkan kristal cair. Pada dasarnya LCD bekerja pada tegangan rendah (3 – 15 V_{rms}), frekuensi rendah (25 – 60 Hz) sinyal AC dan memakai arus listrik yang sangat kecil (25 - 300 μ A). LCD seringkali ditata sebagai tampilan *seven segment* untuk menampilkan angka tetapi juga memiliki keistimewaan lain, yaitu kemampuan untuk menampilkan karakter dan berbagai macam simbol.

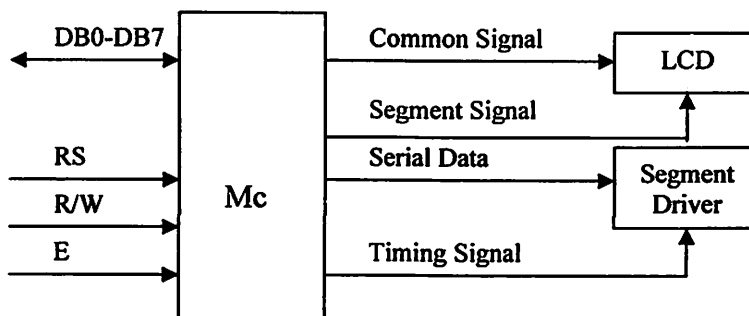
Salah satu jenis LCD diantaranya adalah LCD M1632, suatu jenis piranti dengan konsumsi daya yang rendah, disusun dari dot matrik dan dikontrol oleh ROM atau RAM generator karakter dan RAM data display. Pengontrolan utamanya adalah pada ROM generator dan display data RAM yang menghasilkan kode ASCII jika padanya diberikan input ASCII. Untuk dapat difungsikan dengan baik maka perlu diperhatikan proses analisis yang telah ditentukan oleh pabrik

pembuatnya. Timing penganalisan sangat dipertimbangkan, karena jika meleset sampai ordo *milisecon* maka dapat dipastikan LCD tidak dapat berfungsi.



Gambar 2.8 Konfigurasi Kaki LCD

Sumber: *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*



Gambar 2.9 Blok Diagram LCD

Sumber: *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*

Adapun karakteristik dari LCD M1632 antara lain :

- Dengan 16 karakter – 2 baris dalam bentuk dotmatrik 5x7 dan cursor
- *Duty ratio* 1/16
- Memiliki ROM pembangkitan karakter untuk 192 jenis karakter
- RAM untuk data display sebanyak 80x8 bit
- Dapat dirangkai dengan MPU 8 bit/4 bit

- RAM data display dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca oleh MPU
- Memiliki fungsi instruksi antara lain *display on/off*, *Cursor on/off*, *display karakter blink*, *cursor shift* dan *display shift*
- Memiliki rangkaian osilator sendiri
- Catu tegangan tunggal yaitu $\pm 5\text{ V}$
- Memiliki rangkaian reset otomatis pada catu daya yang dihidupkan
- Temperatur operasi $0^{\circ} - 50^{\circ}$

LCD memiliki 16 pin yang masing-masing mempunyai fungsi sebagai berikut :

Tabel 2.8 Fungsi Tiap Pin LCD

No. Pin	Simbol	Level	Fungsi	
1	V _{SS}	-	Power Supply	0 V (GND)
2	V _{CC}	-		5 V \pm 10%
3	V _{DD}	-		For LCD Drive
4	RS	H/L	Sinyal seleksi register H ; Data Input [register data (write/read)] L ; Instruction Input [register instruksi (write), busy flag dan address counter (read)]	
5	R/W	H/L	H ; Read L ; Write	
6	E	H	Enable Signal [sinyal penanda mulai operasi, aktif saat operasi write atau read]	
7	DB0	H/L	4 bit bus data lower 2 arah, dapat dibaca atau ditulis terhadap mikrokontroler	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L	4 bit bus data upper 2 arah, dapat dibaca atau ditulis terhadap mikrokontroler, DB7 juga sebagai busy flag	
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+BL	-	Back Light Supply	4 - 4,2 V 50 – 200 mA
16	V-BL	-		0 V (GND)

Sumber: Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual

2.4.1 Instruksi Operasi

Tabel 2.9 Instruksi Pada LCD

Instruksi	R S	R W	D7	D 6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display On/Off	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
Function Set	0	0	0	0	1	DL	1	*	*	*
CG RAM Address Set	0	0	0	1	A _{CG}					
DD RAM Address Set	0	0	1	A _{DD}						
BF/Address Read	0	1	BF	AC						
Data Write to CG RAM	1	0	Write Data							
Data Read from CG RAM	1	1	Read Data							

*Invalid Bit
ACG ; CG RAM Address
ADD ; DD RAM Address

Sumber: Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual

2.4.2. Operasi Dasar

- Register

Kontrol dari LCD memiliki 2 buah register 8 bit yaitu register instruksi (IR) dan register data (DR). IR memiliki instruksi seperti display, clear, cursor shift dan display data (DD RAM) serta karakter (CG RAM). DR menyimpan data untuk ditulis ke DD RAM ataupun membaca data dari DD RAM dan CG RAM. Ketika data ditulis ke DD RAM atau CG RAM maka DR secara otomatis menulis data ke DD RAM atau CG RAM. Ketika data pada CG RAM atau DD RAM akan dibaca maka alamat data

ditulis pada IR. Sedangkan data akan dimasukkan melalui DR sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler.

Tabel 2.10 Pemilihan Register Pada LCD

RS	RW	Operasi
0	0	Seleksi IR, IR Write Display Clear
0	1	Busy Flag (DB7), @ Counter (DB0-DB7) Read
1	0	Seleksi DR, DR Write
1	1	Seleksi DR, DR Read

Sumber: Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual

- **Busy Flag**

Busy Flag menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya sebagaimana terlihat pada tabel diatas. Register seleksi sinyal akan melalui DB7 jika RS=0 dan R/W=1. Jika bernilai 1 maka sedang melakukan kerja internal dan instruksi tidak akan dapat diterima, oleh karena itu status dari flag harus diperiksa sebelum melaksanakan instruksi selanjutnya.

- **Address Counter (AC)**

AC menunjukkan lokasi memori dalam modul LCD. Pemilihan lokasi alamat lewat Ac diberikan lewat register instruksi (IR) ketika data pada A, maka AC secara otomatis menaikkan atau menurunkan alamat tergantung dari Entry Mode Set.

- **Display Data RAM**

Pada LCD, masing-masing line memiliki range alamat tersendiri. Alamat itu diekspresikan dengan bilangan hexadesimal. Untuk line 1 range alamat berkisar antara 40_H-4F_H.

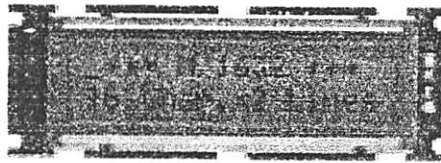
- Character Generator ROM (CG ROM)

CG ROM memiliki tipe dot matrik 5x7, dimana pada LCD telah tersedian ROM sebagai pembangkit karakter dalam kode ASCII.

- Character Generator RAM (CG RAM)

CG RAM dipakai untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

Adapun bentuk fisik dari LCD M1632 adalah pada gambar berikut :



Gambar 2.10 Liquid Crystal Display

Sumber: *Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*

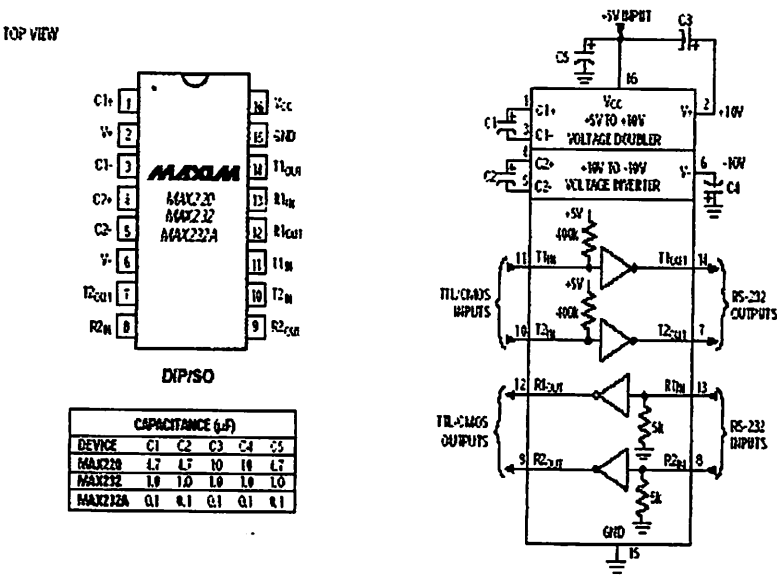
2.5. RS 232 (IC MAX 232)

RS 232 merupakan salah satu jenis antar muka (interface) dalam proses transfer data antar komputer dalam bentuk serial transfer. RS 232 merupakan singkatan dari Recommended Standard number 232. Alat ini dibuat oleh Elektronik Industri Association, untuk interface antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner serial sebagai data yang ditransmisikan. IC MAX 232 ini mempunyai empat buah bagian konverter yaitu dua buah driver receiver dan dua buah driver transmitter.

Saluran data pada port seri PC menggunakan standard RS 232, dimana logic 0 (low) dinyatakan sebagai tegangan antara +3 volt sampai +10 volt, dan

logic 1 (high) dinyatakan sebagai tegangan antara -3 volt sampai -10 volt. Level tegangan ini tidak sesuai dengan level tegangan yang dipakai pada port seri AT89S8252 atau port seri AT89S51 yang menggunakan standard TTL (Tranastor Transistor Logic), yaitu level tegangan baku dalam rangkaian – rangkaian digital.

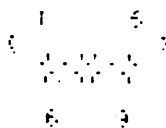
Dalam standard TTL, logic 0 (low) dinyatakan sbagai tegangan antara 0 volt sampai 0.8 volt, dan logic 1 (high) dinyatakan sebagai tegangan antara 3.5 volt sampai 5 volt. Untuk dua MCU yang dihubungkan secara serial pada jarak tertentu maka dibutuhkan IC MAX 232 karena level tegangan TTL terlalu kecil untuk ditrasfer.



Gambar 2.11. IC Max 232

.....

Sumber : Data Sheet, <http://www.lookrs232.com>



Gambar 2.12 Konektor DB 9

(Sumber : <http://fly.hiwaay.net/~jfrohwei/tech/noll-mod.html>)

Fungsi dari pin-pin yang ada untuk konektor DB 9 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.11. Konfigurasi pin DB 9

EIA 232 (RS 232) Function	PIN
Data Carrier Detect (DCD)	1
Received Data (RxD)	2
Transmitted Data (TxD)	3
Data Terminal Ready (DTR)	4
Sinyal Ground (GND)	5
Data Set Ready (DSR)	6
Request To Send (RTS)	7
Clear To Send (CTS)	8
Ring Indicator (RI)	9

(Sumber : B & B Electronics Mfg Co, USA, 2001, halaman 5)

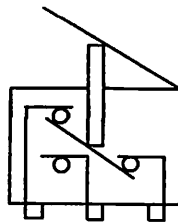
2.6. Limit Switch

Limit Switch merupakan alat pemutus dan penghubung sumber arus listrik untuk rangkaian kontrol yang berfungsi sebagai saklar tekan dan bekerja karena adanya sentuhan atau gesekan. *Limit switch* memiliki dua kontak yaitu :

- 1. NO (Normally Open)
- 2. NC (Normally Close)

Limit Switch ini biasanya digunakan dan ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan keadaan benda yang bersangkutan dan harus memperhitungkan jarak benda agar dapat mengontrol kerja dari *Limit Switch* tersebut.

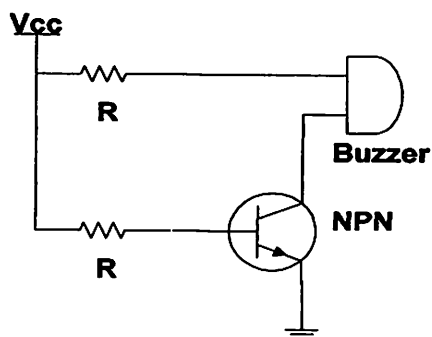
Limit Switch terdiri dari pengungkit dan roda penjulang yang memiliki bagian mekanik yang akan tersentuh oleh alat. Bagian ini menggerakkan pengungkit dan diteruskan pada suatu kontak, karena adanya bagian tersebut maka kontak *Limit Switch* ini akan bekerja.



Gambar 2.13 Limit Switch dan Terminalnya

2.7 Buzzer

Perangkat *Buzzer* digunakan untuk menghasilkan bunyi, merupakan komponen resonator *piezoelectric* yang digunakan untuk mengadakan isyarat terdengar sebagai indikator. Buzzer akan aktif dengan cara mengeluarkan sinyal suara (berbunyi) dengan lama waktu sesuai dengan perencanaan nanti.



Gambar 2.14 Rangkaian Driver Buzzer

.....

Sumber : 303 Rangkaian Elektronika, 1997 : 278

2.8. DIODA

Secara ideal, dioda berlaku seperti konduktor sempurna (tegangan nol) jika dibias forward dan seperti isolator sempurna (arus nol) jika dibias reverse. Dalam istilah rangkaian, dioda berlaku seperti *saklar otomatis*. Jika arus konvensional berusaha mengalir searah anak panah dioda, saklar akan tertutup. Jika arus konvensional berusaha mengalir kearah sebaliknya, saklar terbuka. Inilah dasar yang paling dasar, kita tak dapat menyederhanakan lebih lanjut tanpa kehilangan ide utama dari dioda.



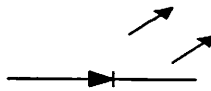
Gambar 2.15 Simbol Dioda

Sumber : Prinsip – prinsip elektronik, edisi kedua

2.8.1. LED

Pada dioda dibias forward, electron pita konduksi melewati junction dan jatuh kedalam hole. Pada saat electron – electron jatuh dari pita konduksi ke pita valensi, mereka memancarkan energi. Pada dioda penyearah energi ini keluar sebagai panas. Tetapi pada LED, energi dipancarkan sebagai cahaya.

Dengan menggunakan unsur – unsur seperti gallium, arsen dan phosphor, pabrik dapat membuat LED yang memancarkan warna merah, kuning dan infra merah (tak kelihatan). LED yang menghasilkan pancaran yang kelihatan dapat berguna pda display peralatan.



Gambar 2.16 Simbol LED

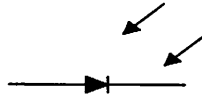
Sumber : *Prinsip – prinsip elektronik, edisi kedua*

2.8.2. PHOTO DIODA

Energi thermal menghasilkan pembawa minoritas dalam dioda. Makin tinggi suhu, makin besar arus dioda yang terbias reverse. Energi cahaya juga menghasilkan pembawa minoritas. Dengan menggunakan jendela kecil untuk membuka junction agar terkena sinar, pabrik dapat membuat *Dioda Photo*.

Jika cahaya luar mengenai junction dioda photo yang dibias reverse, akan dihasilkan pasangan electron – hole dalam lapisan pengosongan. Makin kuat

cahaya, makin banyak jumlah pembawa yang dihasilkan cahaya dan makin besar arus reversenya, karena Dioda Photo merupakan detector cahaya yang baik.



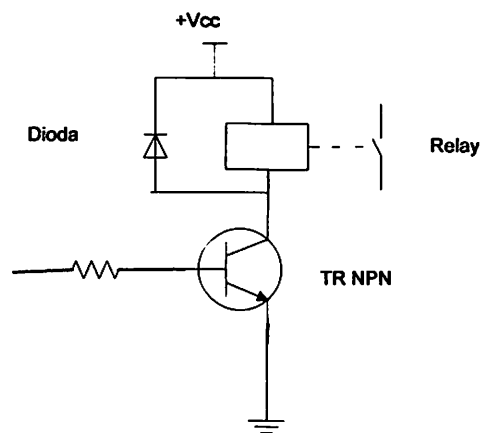
Gambar 2.17 Simbol Photo Dioda

Sumber : *Prinsip – prinsip elektronik, edisi kedua*

2.9. Relay

Relay adalah suatu piranti yang menggunakan magnet listrik untuk mengoperasikan seperangkat kotak. Dari pemakaian kotak relay dapat dibedakan antara lain :

1. Normaly Open (NO) : kontak – kontak tertutup saat relay dienergikan.
2. Normaly Closed (NC) : kontak – kontak terbuka pada saat relay dienergikan.
3. Change Over (CO) : relay ini mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup tetapi melepaskan diri dari posisi dan membuat kontak dengan yang lain bila relay dienergikan.



Gambar 2.18 Rangkaian Driver Relay

Sumber : *National Semiconductor*

Relay serbaguna tersebut mempunyai tegangan kumparan antara 5V sampai 12V DC dan membutuhkan arus kerja sekitar 100mA. Tanpa dioda, kumparan akan membahayakan GGL lawan yang dapat merusak pertemuan kolektor atau basis transistor. Tetapi pemasangan dioda akan menyebabkan kelambatan pada relay dalam hal kontakannya, tetapi kelambatan hanya beberapa detik saja.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

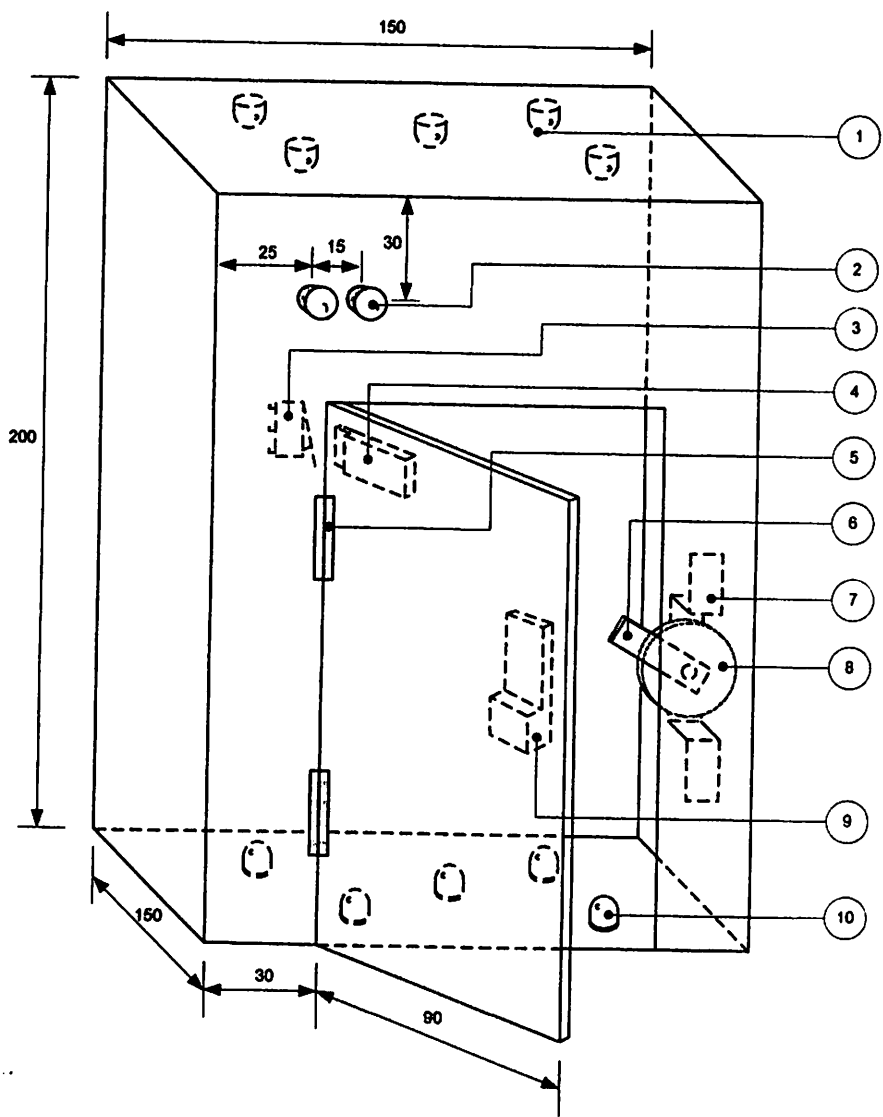
SISTEM KUNCI LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE ACAK

Bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan SISTEM KUNCI LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE ACAK. Perencanaan dan pembuatan dibedakan atas dua aspek yaitu aspek perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

3.1.1. Miniatur Locker dan Blok Diagram

Perangkat keras yang dibutuhkan terdiri atas miniatur locker dan rangkaian elektronik pengatur kerja locker. Dalam skripsi ini hanya dibuat 4 buah miniatur locker, dengan penggerak kunci berupa motor DC. Locker dirancang seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Miniatur Locker dengan pengunci yang digerakan motor DC

Sumber: Perancangan

Nama, fungsi, komponen penyusun dan jumlah masing-masing bagian locker ditunjukkan pada Tabel 3.1

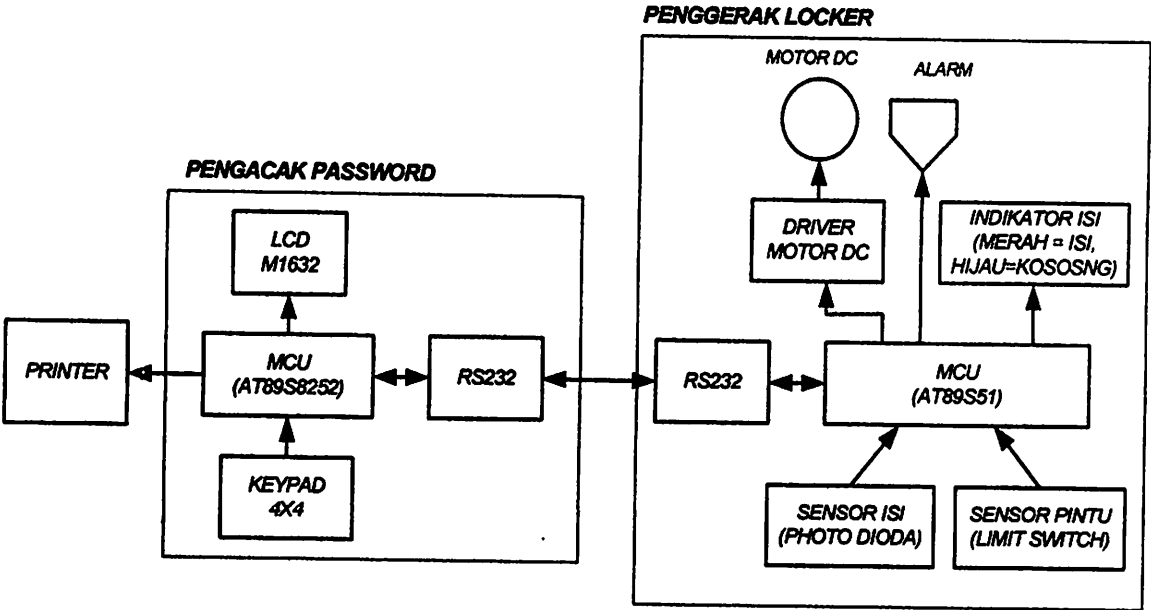
Tabel 3.1 Nama dan spesifikasi locker

No	Nama	Fungsi	Komponen dan Jumlah
1	Sumber Sinar	Penghasil sinar untuk penerangan dalam locker dan sumbers sinar Detektor Isi	LED superbright (5 buah)
2	Indikator Isi	Mennunjukkan locker sedang berisi atau tidak, LED merah menyala berarti locker sedang berisi barang, LED hijau menyala berarti locker kosong	LED merah (1 buah), LED hijau (1 buah)
3	Sensor Pintu	Mendeteksi buka tutup pintu locker. Jika pintu terbuka maka sensor tidak aktif, jika pintu tertutup maka sensor aktif	Limit Switch (1 buah)
4	Pemicu Sensor Pintu	Memicu Sensor Pintu ketika pintu ditutup	Material plat/ Mika seukuran)
5	Engsel Pintu	Penyangga pintu supaya pintu dapat dibuka dan ditutup	Engsel (2 buah)
6	Pin Pengunci	Mengunci pintu	Material/ Mika seukuran
7	Penopang Penggerak Pengunci	Menopang Motor DC supaya tetap pada posisinya	Material/ Mika seukuran
8	Penggerak Pengunci	Menggerakan Pin Pengunci ke atas dan ke bawah supaya bisa mengunci dan membuka	Motor DC (1 buah)
9	Penahan Pengunci	Menahan Pin pengunci supaya pintu dapat dikunci	Material/ Mika seukuran
10	Detektor Isi	Mendeteksi ada tidaknya isi	Photo Dioda (5 buah)

		dalam locker. Jika terdapat satu atau lebih bagian ini tertutup/ cahaya dari Sumber Sinar terhalangi maka Detektor Isi aktif	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Sumber: Perancangan

Supaya miniatur yang telah dirancang dapat bekerja maka perlu dibuat rangkaian elektronik yang mengaturnya. Blok diagram rangkaian elektronik ini dirancang seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Blok diagram rangkaian elektronik

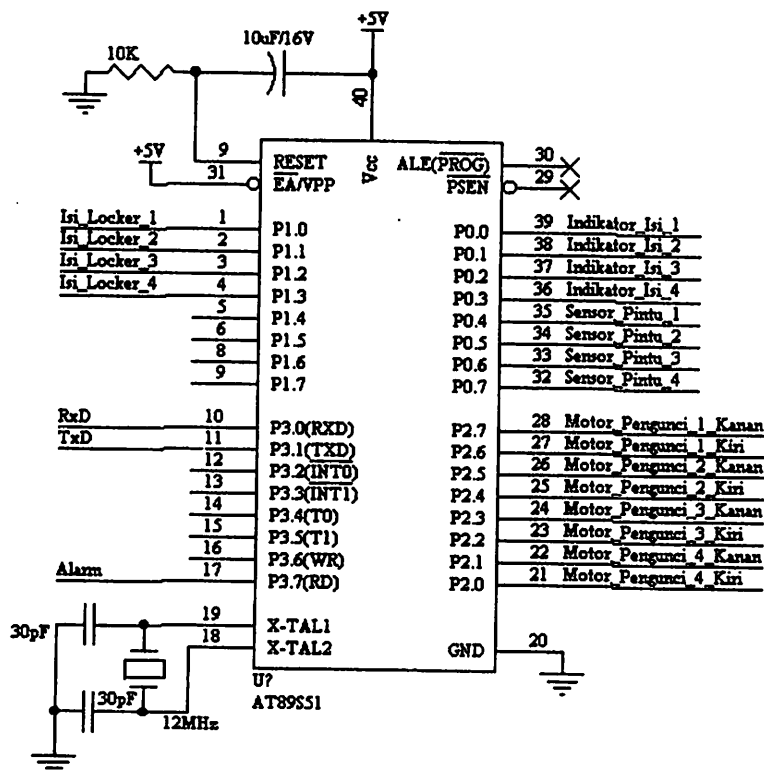
Sumber: Perancangan

Sesuai dengan blok diagram, rangkaian elektronik ini terdiri atas dua bagian yaitu Penggerak Locker dan Pengacak Password. Penggerak Locker memiliki tugas mendeteksi keadaan locker (buka/tutup pintu, isi/kosong),

menggerakkan Motor DC (putar kanan/kiri) untuk membuka atau mengunci pintu locker, menyalakan atau mematikan LED indikator (merah menyatakan locker berisi, hijau menyatakan locker kosong) dan membunyikan alarm jika terjadi kesalahan masukan password 3 kali. Sedangkan bagian Pengacak Password berfungsi untuk memasukan password, menerima informasi kondisi locker (isi/kosong, pintu buka/tutup), mengacak password locker yang baru saja di tutup dan mencetaknya pada printer, memberi informasi kepada bagian Penggerak Locker apakah password yang dimasukan benar dan atau telah terjadi kesalahan memasukan password 3 kali. Dalam blok ini digunakan LCD 2x16 M1632 untuk menampilkan menu pilihan dan sebagai antarmuka dengan pemakai ketika sedang memasukan password. Data dikirim antar kedua bagian tersebut secara serial. Untuk menghindari terjadinya penurunan level tegangan maka digunakan konverter RS232 pada kedua blok tersebut.

3.1.2. MCU Penggerak Locker

Sebagaimana penjelasan fungsi blok Penggerak Locker, maka MCU Penggerak Locker dirancang seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3. MCU yang digunakan bertipe AT89S51.



Gambar 3.3 Mikrokontroler pengatur kerja locker

Sumber: Perancangan

Isi locker 1 dideteksi lewat P1.0, isi locker 2 dideteksi lewat P1.1, isi locker 3 dideteksi lewat P1.2 dan isi locker 4 dideteksi lewat P1.3. Jika pin-pin ini berlogika 1 maka dikatakan di dalam locker yang bersangkutan terdapat barang atau locker sedang ada isinya, sebaliknya jika pin-pin ini berlogika 0 maka dalam locker yang bersangkutan tidak terdapat barang atau locker dalam kondisi kosong.

Untuk menggerakkan LED Indikator Isi digunakan P0 (nibble bawah), yaitu indikator isi locker 1 menggunakan P0.0, indikator isi locker 2 menggunakan P0.1, indikator isi locker 3 menggunakan P0.2 dan indikator isi locker 4 menggunakan P0.3. Jika pin ini berlogika 0 maka LED merah harus menyala dan

LED hijau mati, yang menyatakan locker sedang berisi, sebaliknya jika pin ini berlogika 1 maka LED hijau harus menyala dan LED merah harus mati yang menandakan bahwa locker sedang kosong.

Buka tutup pintu locker dideteksi lewat P0 nibble atas, yaitu: P0.4 untuk sensor pintu 1, P0.5 untuk sensor pintu 2, P0.6 untuk sensor pintu 3 dan P0.7 untuk sensor pintu 4. Jika pin ini berlogika 0 maka dikatakan pintu sedang tertutup dan sebaliknya jika pin ini berlogika 1 maka pintu sedang terbuka.

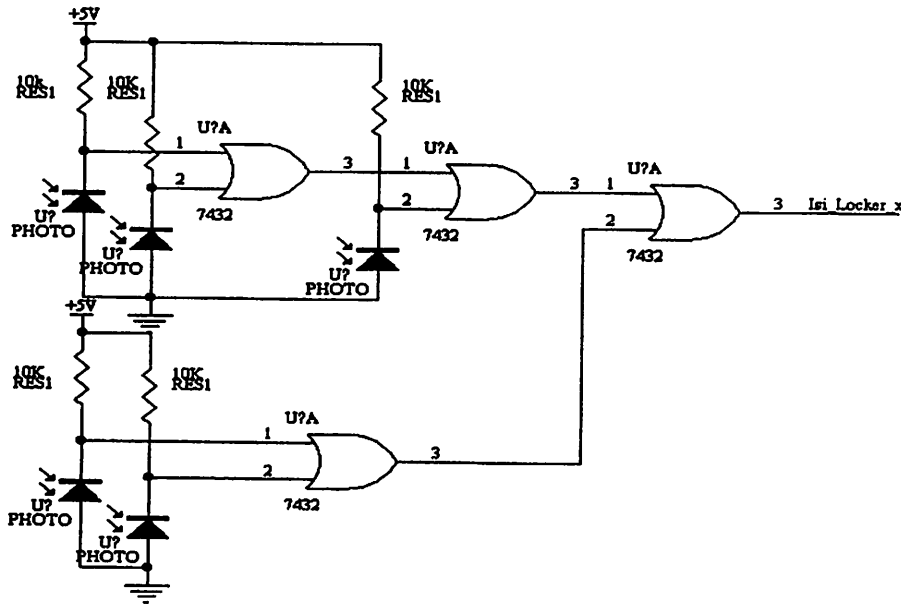
Kemudian untuk mengunci atau membuka pengunci digunakan Motor DC yang diatur bisa putar kanan dan kiri. P2 pin genap digunakan untuk putar kiri dan P2 pin ganjil digunakan untuk putar kanan masing-masing Motor DC penggerak pengunci.

P3.0 (RXD) digunakan untuk menerima data serial (Rx) dari MCU Pengacak Password dan P3.1 (TXD) dikhususkan untuk mengirim data serial (Tx) ke MCU Pengacak Password. Alarm diaktifkan dari pin P3.7, jika pin ini berlogika 1 maka alarm aktif dan sebaliknya jika berlogika 0 maka alarm mati.

3.1.3. Sensor Isi Locker

Sebagaimana rancangan miniatur locker bahwa masing-masing locker memiliki sensor photo dioda sebanyak lima buah. Jika photo dioda tersebut tidak ada yang terhalang benda (locker kosong) maka photo dioda ini dalam mode “ON” dan harus memberikan keluaran logika 0 pada MCU Penggerak Locker. Sebaliknya jika terdapat photo dioda yang terhalang benda (locker berisi) maka harus memberikan keluaran logika 1 untuk MCU Penggerak Locker. Dengan

demikian dapat dirancang rangkaian Sensor Isi Locker seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Sensor isi locker Ke-x (x=1,2,3,4)

Sumber: Perancangan

Karena arus yang dapat dialirkan Port 1 (P.1) mikrokontroler maksimal 15mA
maka : $R = V / I$

$$R = 5V / 15mA$$

$$R = 300 \text{ Ohm}$$

Tahanan terendah/terkecil yang dapat dipakai adalah : 300 Ohm

Jika tahanan yang dipakai adalah 10K Ohm maka Arus yang lewat

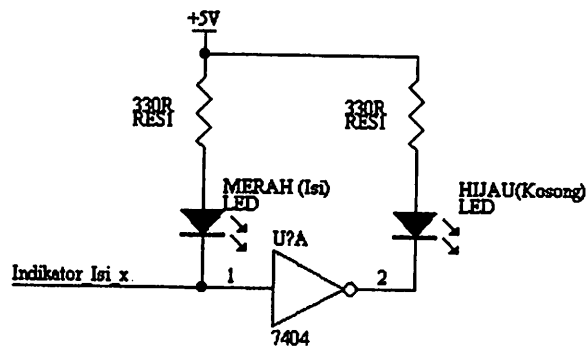
$$I = V / RES1$$

$$I = 5V / 10K$$

$$I = 5mA$$

3.1.4. Indikator Isi

Menurut datasheet AT89S51, port P0 mampu mengalirkan arus maksimum 26 mA sehingga sebuah LED dapat dihidupkan dari port ini secara langsung dengan menempatkan sebuah resistor seperti ditunjukkan pada rangkaian dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Indikator isi locker ke-x (x=1,2,3,4)

Sumber: Perancangan

Arus yang dapat dialirkan Port 0 (P.0) mikrokontroler maksimal 26mA maka :

$$R = V / I$$

$$R = 5V / 26mA$$

$$R = 190 \text{ Ohm}$$

Terminal berlabel *Indikator_Isi_x* dihubungkan dengan pin-pin P0 nibble bawah pada MCU Penggerak Locker. Jika pin berlabel *Indikator_Isi_x* berlogika 0 maka arus yang mengalir melalui LED merah dapat dihitung sebagai berikut:

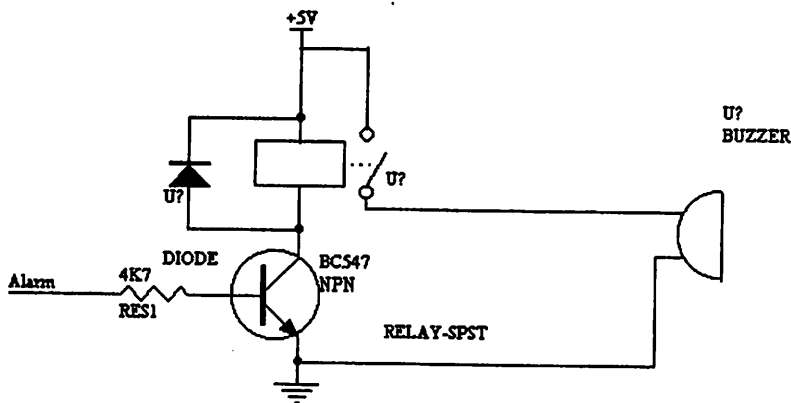
$$I = 5V/330\Omega$$

$$= 15,1 \text{ mA}$$

Arus tersebut sudah mampu membuat LED menyala. Sebaliknya jika pin berlabel *Indikator_Isi_x* berlogika 1 maka arus yang mengalir pada LED merah hampir sama dengan nol sehingga LED tersebut padam. Nyala/mati LED merah dan hijau selalu bergantian, artinya jika LED merah sedang menyala maka LED hijau padam. Karena itu diperlukan sebuah gerbang logika NOT menggunakan IC 7404.

3.1.5. Alarm

Dalam perancangan ini, alarm direalisasikan dengan menggunakan buzzer. Hidup dan matinya buzzer dikontrol dengan cara memutus atau menyambung catu daya yang menuju buzzer menggunakan relay. Karena itu rangkaian alarm ditunjukkan pada Gambar 3.6. Terminal berlabel *alarm* dihubungkan dengan pin P3.7 (alarm) pada MCU Penggerak Locker. Ketika pin ini berlogika 1 maka transistor ON, kemudian kontaktor relay menutup, catu daya masuk ke buzzer dan buzzer aktif. Sebaliknya jika pin P3.7 (alarm) berlogika 0 maka transistor OFF, kontaktor relay membuka, catu daya menuju buzzer terputus dan buzzer mati.



Gambar 3.6 Alarm menggunakan Buzzer

Sumber: Perancangan

Karena arus yang dapat dialirkan Port 3 (P.3) mikrokontroler maksimal 15mA maka : $R = V / I$

$$R = 5V / 15mA$$

$$R = 300 \text{ Ohm}$$

Tahanan terendah/terkecil yang dapat dipakai adalah : 300 Ohm

Jika tahanan yang dipakai adalah 4K7 Ohm maka Arus yang Lewat basis (I_b) :

$$I_b = V / RES1$$

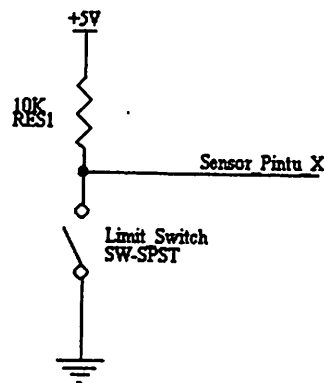
$$I_b = 5V / 4K7$$

$$I_b = 1,2 \text{ mA}$$

Dengan adanya arus basis (I_b) maka transistor aktif sehingga kontaktor relay menutup, catu daya masuk ke buzzer dan buzzer aktif.

3.1.6. Sensor Pintu

Sensor buka/tutup pintu locker menggunakan limit switch. Jika diharapkan logika 0 terkirim ke pin-pin P0 nibble atas pada MCU Penggerak Locker ketika pintu sedang menutup maka limit switch harus dipasang pada terminal NO (*Normally Open*) dan dirangkai seperti ditunjukan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Sensor buka-tutup pintu locker ke-x (x=1,2,3,4)

Sumber: Perancangan

Karena arus yang dapat dialirkan Port 0 (P.0) mikrokontroler maksimal 26mA

maka : $R = V / I$

$$R = 5V / 26mA$$

$$R = 190 \text{ Ohm}$$

Tahanan terendah/terkecil yang dapat dipakai adalah : 190 Ohm

Jika tahanan yang dipakai adalah 10K Ohm maka Arus yang lewat

$$I = V / RES1$$

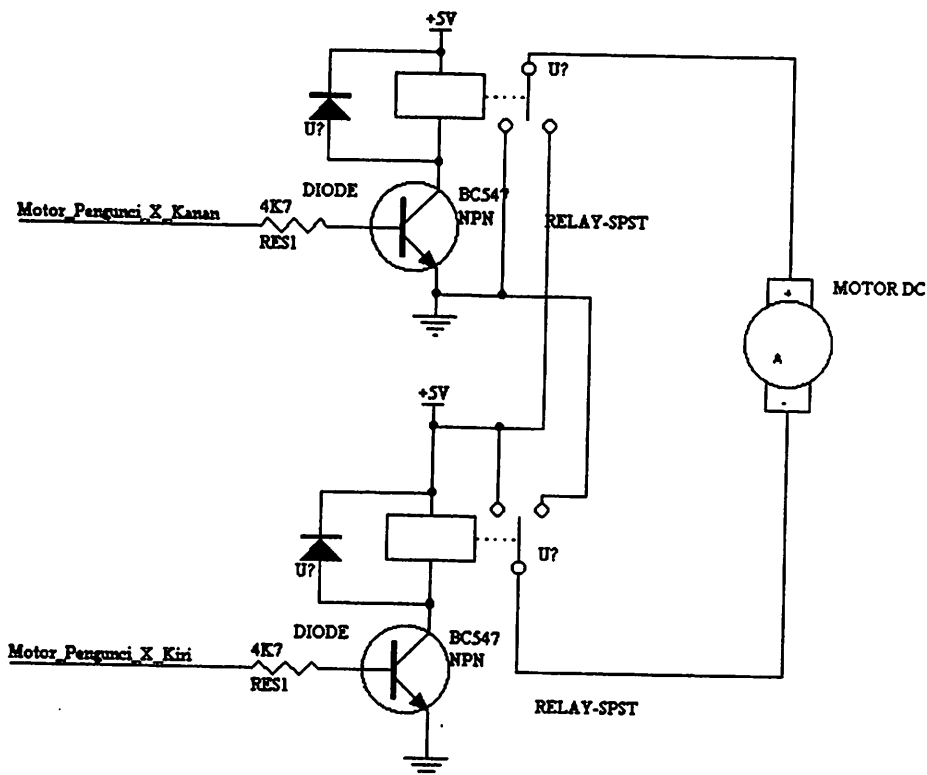
$$I = 5V / 10K$$

$$I = 5mA$$

3.1.7. Motor DC Pengunci

Rotor Motor DC dikopling dengan Pin Pengunci untuk menggerakan Pin Pengunci. Jika rotor Motor DC berputar ke kanan maka Pin Pengunci membuka dan sebaliknya jika rotor Motor DC berputar ke kiri maka Pin Pengunci

menutup/mengunci. Dengan demikian rangkaian elektronik penggerak Pin Pengunci direncanakan dapat memutar motor DC ke kanan, ke kiri dan diam. Karena terdapat tiga keadaan yang harus dinyatakan secara digital oleh MCU Penggerak Locker yaitu: putar kanan, putar kiri dan diam, maka rangkaian elektronik penggerak Motor DC ini dapat direncanakan seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Motor DC sebagai penggerak pengunci

Sumber: Perancangan

Arus yang dapat dialirkan Port 2 (P.2) mikrokontroler maksimal 15mA maka :

$$R = V / I$$

$$R = 5V / 15mA$$

$$R = 300 \text{ Ohm}$$

Tahanan terendah/terkecil yang dapat dipakai adalah : 300 Ohm

Jika tahanan yang dipakai adalah 4K7 Ohm maka Arus yang Lewat basis (I_b) :

$$I_b = V / R_{S1}$$

$$I_b = 5V / 4K7$$

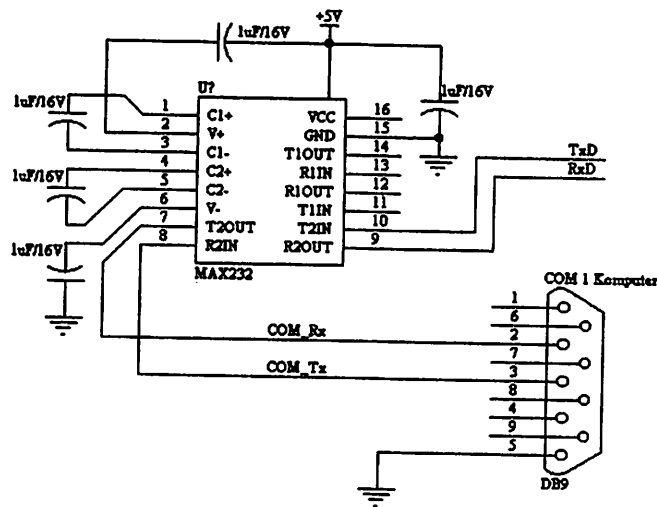
$$I_b = 1.2 \text{ mA}$$

Dengan adanya arus basis (I_b) maka transistor aktif sehingga kontaktor relay menutup, catu daya masuk ke motor DC dan motor aktif..

Ketika terminal berlabel *Motor_Pengunci_X_Kanan* berlogika 1 dan terminal berlabel *Motor_Pengunci_X_Kiri* berlogika 0 maka transistor atas masuk pada kondisi ON dan transistor bawah masuk pada kondisi OFF atau kontaktor relay atas menghubungkan terminal positif motor DC pada +5V dan kontaktor relay bawah menghubungkan terminal negatif motor DC ke ground. Sehingga motor DC berputar ke kanan atau Pin Pengunci menutup/ mengunci. Sebaliknya jika terminal berlabel *Motor_Pengunci_X_Kanan* berlogika 0 dan terminal berlabel *Motor_Pengunci_X_Kiri* berlogika 1 maka transistor atas masuk pada kondisi OFF dan transistor bawah masuk pada kondisi ON atau kontaktor relay atas menghubungkan terminal positif motor DC pada ground dan kontaktor relay bawah menghubungkan terminal negatif motor DC ke +5V. Sehingga motor DC berputar ke kiri atau Pin Pengunci membuka. Kondisi ketiga adalah ketika kedua terminal masukan berlogika nol maka kedua transistor dalam kondisi OFF atau kedua kontaktor relay menghubungkan terminal motor DC pada ground dan Motor DC diam/ tidak berputar.

3.1.8. Rangkaian RS232

Sesuai dengan datasheet MAX232 buatan MAXIM Corporation, komponen dan rangkaian konverter RS232 vs TTL ditunjukkan pada Gambar 3.9.



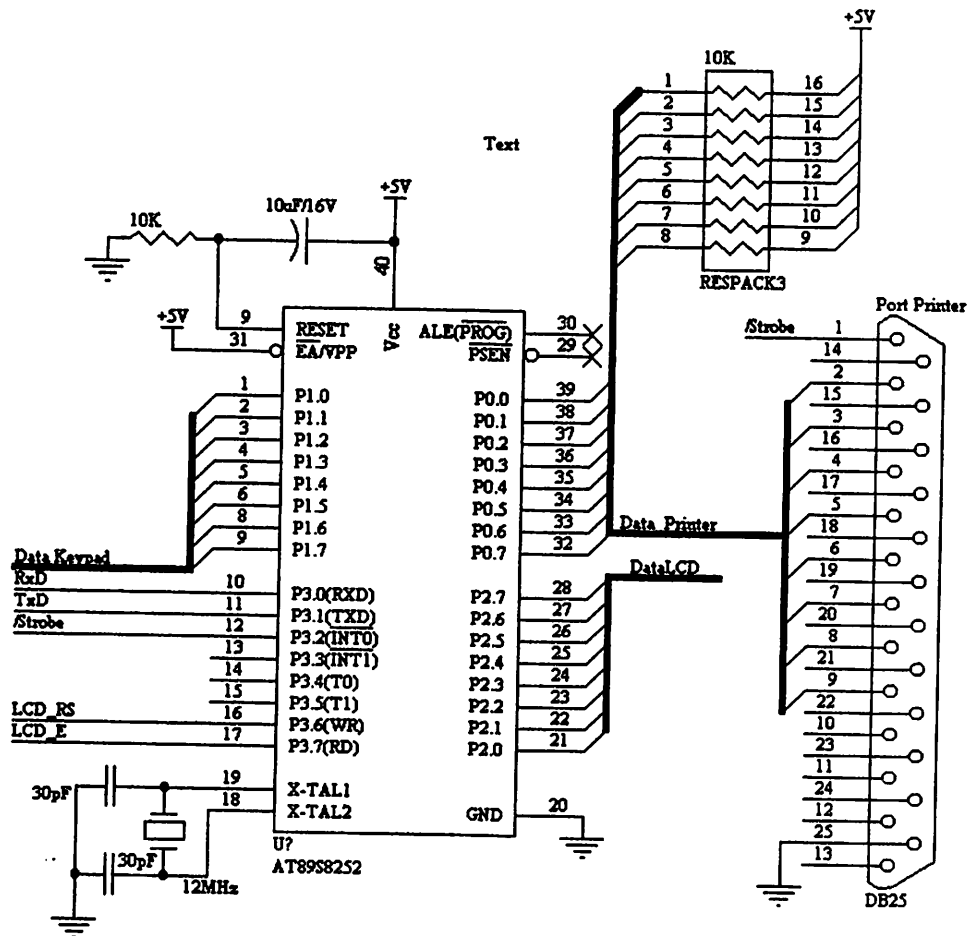
Gambar 3.9 Konverter TTL-RS232

Sumber: Datasheet MAX232, Maxim Corporation

Pin Tx/D terhubung dengan pin P3.1, pengirim data serial MCU, baik MCU Pengacak password maupun MCU Penggerak Locker. Pin Rx/D terhubung dengan P3.0, penerima data serial MCU, baik MCU Pengacak Password maupun MCU Penggerak Locker. Menggunakan rangkaian ini, sinyal diubah level logikanya antara TTL dan RS232. Jika dalam TTL logika 1 diwakili dengan tegangan antara +3,5 sampai dengan +5V maka dalam RS232 diwakili dengan level tegangan kurang daripada -10V. Jika dalam TTL logika 0 dinyatakan dengan level tegangan antara 0V sampai dengan +0,8V maka dalam RS232 diwakili dengan level tegangan diatas +10V.

3.1.9. MCU Pengacak Password

Rancangan MCU Pengacak password ditunjukkan pada Gambar 3.10. MCU yang digunakan bertipe AT89S8252 karena memiliki EEPROM yang diperlukan untuk menyimpan password. Port P1 digunakan untuk menerima data keypad 16 tombol (4 baris, 4 kolom), P3.0 (RXD) untuk menerima data serial dari MCU Penggerak Locker, P3.1(TXD) untuk mengirim data serial ke MCU Penggerak Locker, P0 untuk mengirim data karakter password ke printer, P3.2 untuk memberi sinyal strobe ke printer. Bus Data LCD M1632 dihubungkan ke port P2 sedangkan P3.6 dialokasikan sebagai penggerak pin Register Select (RS) LCD dan P3.7 untuk pin Enable (E) LCD. Masing-masing pin pada port P0 harus di pull-up dengan resistor $10K\Omega$ karena menurut datasheet AT89S8252 port ini belum memiliki pull-up internal atau dalam kondisi open drain/ kolektor.



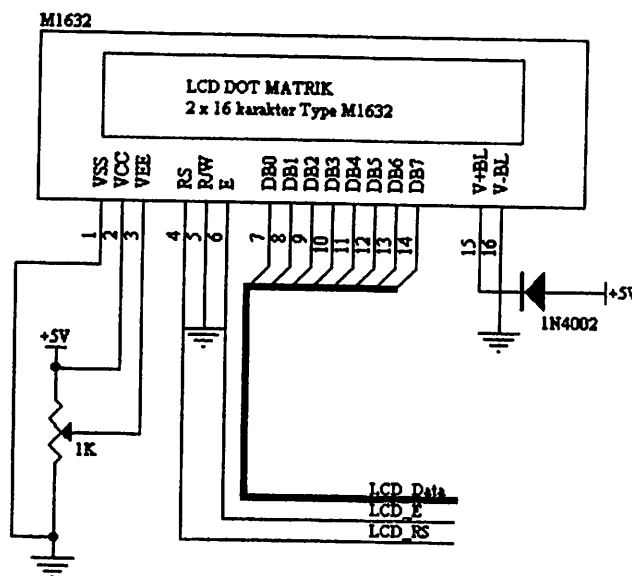
Gambar 3.10 Mikrokontroler pengacak password

Sumber: Perancangan

3.1.10. LCD M1632

Berdasarkan User Manual LCD M1632 buatan Seiko Instruments Inc, pin 1 (Vss) terhubung dengan 0V (Ground), pin 2 (Vcc) dengan +5V $\pm 10\%$, pin 3 (Vee) dengan tegangan variabel antara 0V sampai 5V untuk mengatur kontras

tulisan, pin 4 (RS) untuk memilih antara register data atau register instruksi (0=instruksi, 1=data), pin 5 (R/W) untuk proses tulis atau baca (0=tulis, 1=baca), pin 6 (E) untuk memberikan sinyal enable, pin 7 sampai dengan pin 14 (DB0 ..DB7) untuk bus data LCD, pin 15(V+BL) dan pin 16(V-BL) untuk power supply LED penghasil cahaya belakang (back light) yang besarnya antara +4V sampai dengan +4,2V. Terlihat bahwa hanya terdapat dua buah pin yang harus level logikanya diubah-ubah yaitu pin 4 (RS) dan pin 6 (E). Selain itu juga pin-pin bus data harus menerima data karakter atau instruksi. Karena itu, rangkaian modul LCD M1632 dapat dirancang seperti Gambar 3.11. Pada pin 15 dipasang dioda dalam umpan maju dengan tujuan untuk menurunkan tegangan catu +5V menjadi +4,2V (drop tegangan dioda sebesar +0,8V), sehingga memenuhi persyaratan yang ditentukan.

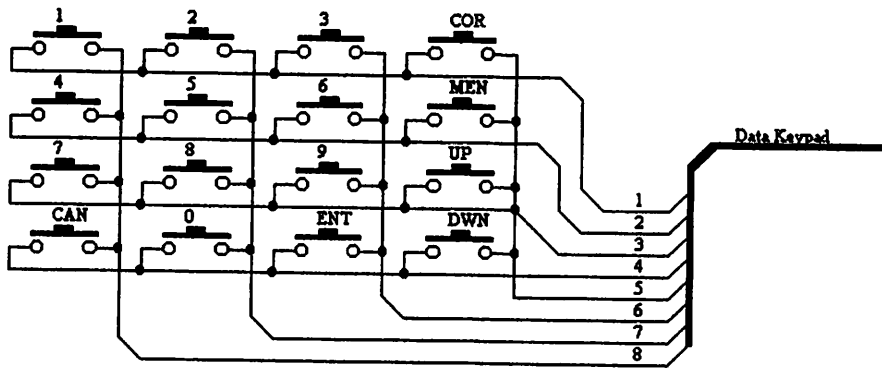


Gambar 3.11 Modul LCD M1632

Sumber: Perancangan

3.1.11. Keypad 4x4

Keypad 16 tombol, yang tersusun dalam 4 baris dan 4 kolom, ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Papan tombol 16 key konfigurasi 4 baris 4 kolom

Sumber: Perancangan

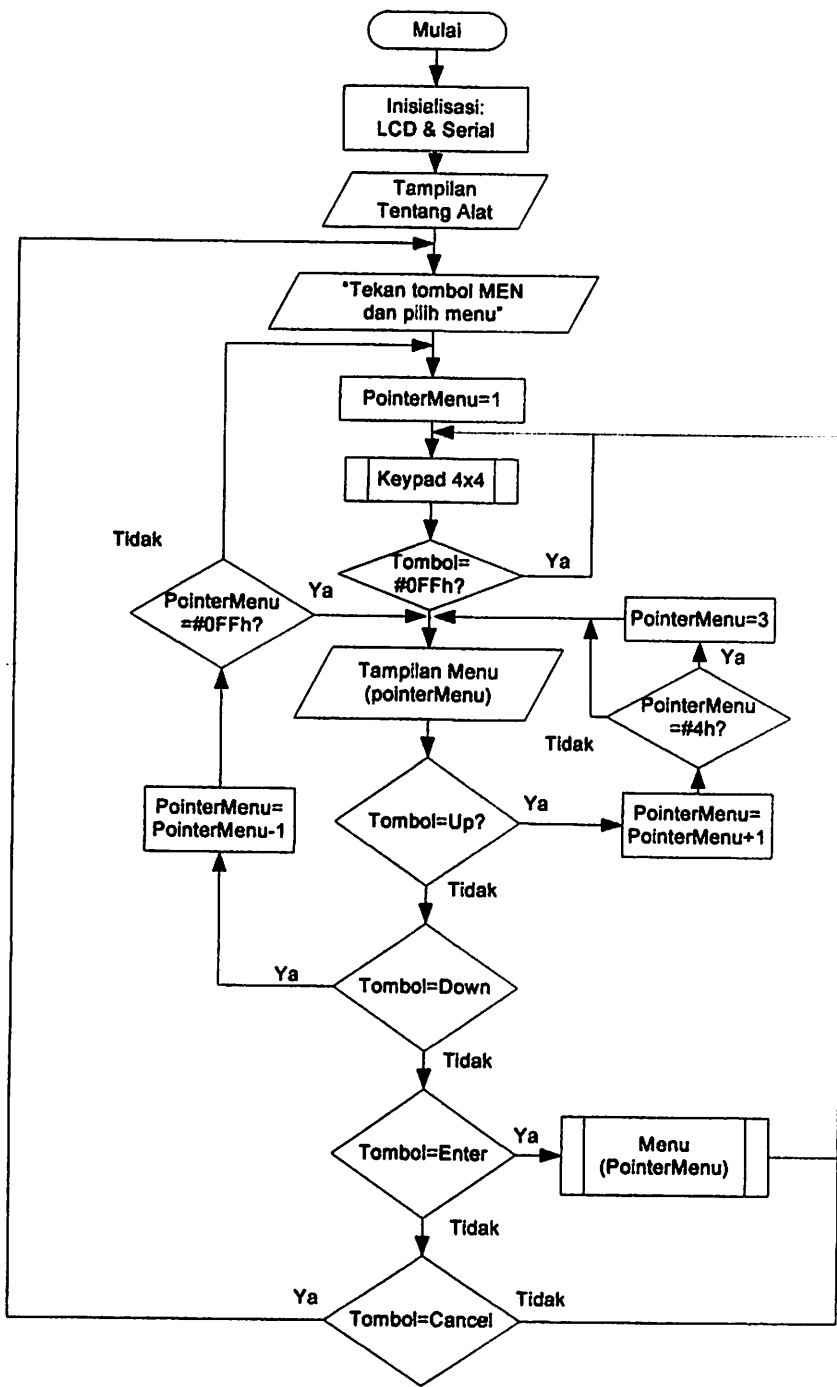
Dalam rancangan ini tidak digunakan IC decoder keypad namun menggunakan sistem scanning. Proses pendeteksian tombol dilakukan dengan mengirim level logika tertentu pada pin-pin baris dan mendeteksi level logika pada pin-pin kolom. Jika level logika pin kolom sama dengan pada pin baris maka tombol yang terletak pada kolom dan baris itulah yang sedang ditekan. Dengan demikian keluaran terminal papan tombol ini dapat secara langsung dihubungkan pada port MCU berlabel *Data_Keypad*.

3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

3.2.1. Perangkat Lunak MCU Pengacak Password

3.2.1.1. Program Utama Pengacak

Program utama Pengacak Password ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram alir mikrokontroler pengacak password

Sumber: Perancangan

Diagram alir ini menunjukkan tampilan dan pengaturan menu yang dapat digeser atas-bawah sebanyak 3 menu pilihan, meliputi: Menu 1-Tentang Alat, Menu 2- Administrator dan Menu 3 – Masukan Password. Tombol yang digunakan untuk mengoperasikan pergeseran menu adalah Up dan Down, sedangkan tombol ENT (Enter) untuk memasuki menu dan tombol CAN (Cancel) untuk membatalkan atau kembali ke menu induknya.

3.2.1.2. Menu 1 - Tentang Alat

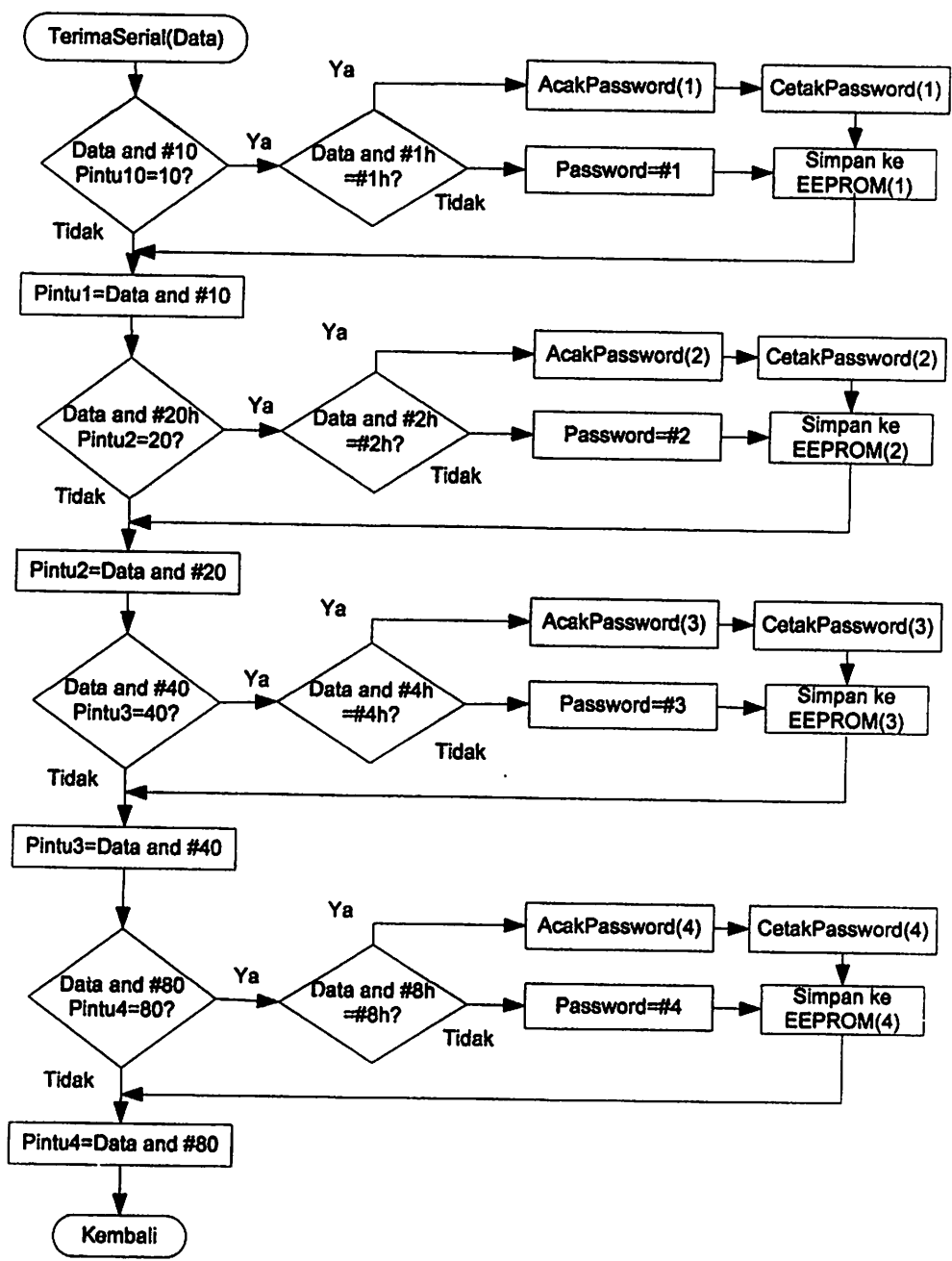
Menu pertama adalah Tentang Alat yaitu menu informasi yang menampilkan tulisan pada LCD M1632. Tulisan yang ditampilkan adalah sebagai berikut:

'SISTEM PENGUNCI '	;1
'LOCKER OTOMATIS '	;2
' DG MENGGUNAKAN '	;3
' PASSWORD DIACAK'	;4
' Oleh: AGUS '	;5
' Teknik Elektro '	;6
' ITN MALANG '	;7
' Januari 2006 '	;8

Dalam program, data tulisan ini disimpan ke lokasi memori berlabel “Intro”. Dengan demikian diagram alir penampil informasi tentang alat dapat dinyatakan seperti Gambar 3.14. Tulisan yang akan ditampilkan berjumlah 8 baris, masing-masing baris 16 karakter. Karena LCD yang digunakan tipe M1632 maka sekali tampil berjumlah 2 baris, masing-masing 16 karakter. Dengan demikian untuk menampilkan 8 baris perlu dilakukan 4 kali tampilan, berturut-turut baris 1 dan 2, baris 3 dan 4, baris 5 dan 6, dan terakhir baris 7 dan 8. Dalam diagram alir digunakan variabel *CounterLCD* untuk menyatakan jumlah penampilan sebanyak 4 kali. Alamat memori untuk menampilkan karakter pada baris 1 kolom 1 adalah #80h dan alamat memori untuk menampilkan karakter pada baris 2 kolom 1 adalah #0C0h. Alamat ini lebih umum disebut sebagai cursor. Setelah menampilkan 16 karakter pada LCD baris pertama maka alamat cursor harus diset pada #0C0h supaya dapat ditampilkan pada LCD baris ke-2. Tata cara mengeset posisi cursor LCD dapat dilihat pada diagram alir yang dinyatakan oleh Gambar3.

3.2.1.3. Menerima Data Serial pada MCU Pengacak Password

Sebelum membahas menu pilihan yang kedua dan ketiga, berikut ini akan ditunjukkan diagram alir proses penerimaan data secara serial. Sebagaimana disebutkan dalam blok diagram perancangan bahwa data informasi isi/kosong dan buka/tutup pintu locker dikirim oleh MCU Penggerak Locker ke MCU Pengacak Password secara serial. Gambar 3.15 menunjukan diagram alir yang dimaksud.



Gambar 3.15 Diagram alir Menerima data serial

Sumber: Perancangan

Setiap saat MCU Penggerak Locker mengirim informasi kondisi Locker yang diwakili oleh data dalam format sebagai berikut:

#0YXh dengan X adalah bilangan yang didapatkan dari bilangan biner
[X3 X2 X1 X0]

dan Y adalah bilangan yang didapat dari bilangan biner [Y3 Y2 Y1 Y0]
sedangkan:

X3 menyatakan keadaan pintu locker ke-4, 1=tutup, 0=buka

X2 menyatakan keadaan pintu locker ke-3, 1=tutup, 0=buka

X1 menyatakan keadaan pintu locker ke-2, 1=tutup, 0=buka

X0 menyatakan keadaan pintu locker ke-1, 1=tutup, 0=buka

Y3 menyatakan isi locker ke-4, 1=isi, 0= kosong

Y2 menyatakan isi locker ke-3, 1=isi, 0= kosong

Y1 menyatakan isi locker ke-2, 1=isi, 0= kosong

Y0 menyatakan isi locker ke-1, 1=isi, 0= kosong

Secara riil jika terjadi penutupan pintu locker tertentu maka MCU Pengacak Password harus menyediakan password teracak baru bagi locker tersebut, mencetaknya pada kertas menggunakan printer dan menyimpan password tersebut dalam EEPROM.

3.2.1.4. Mengacak Password dan Menyimpan ke EEPROM

Cara mengacak password adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{PSW}[1]' = \text{mod}(\text{PSW}[1] + \text{PSW}[2] + \text{PSW}[3] + \text{PSW}[4] + \text{PSW}[5], 7);$$

$$\text{PSW}[2]' = \text{div}(\text{PSW}[1] + \text{PSW}[2] + \text{PSW}[3] + \text{PSW}[4] + \text{PSW}[5], 7);$$

$$\text{PSW}[3]' = \text{mod}(\text{PSW}[2] + \text{PSW}[3] + \text{PSW}[4] + \text{PSW}[5], 5);$$

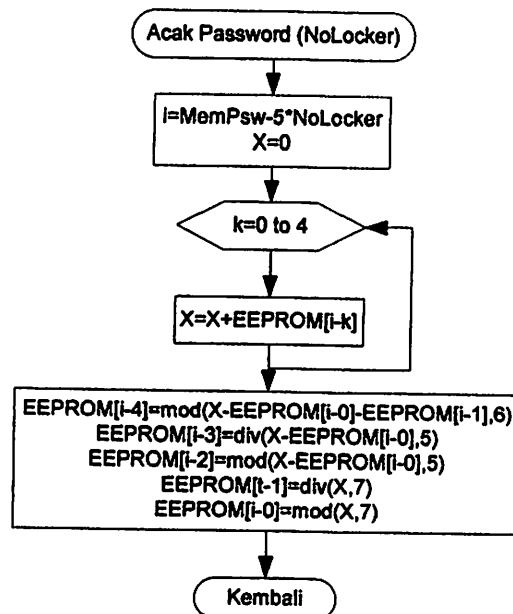
$$\text{PSW}[4]' = \text{div}(\text{PSW}[2] + \text{PSW}[3] + \text{PSW}[4] + \text{PSW}[5], 5);$$

$$\text{PSW}[5]' = \text{mod}(\text{PSW}[3] + \text{PSW}[4] + \text{PSW}[5], 6);$$

PSW [1...5] adalah Password *digit 1* sampai *digit 5*

Dengan $\text{PSW}[x]$ adalah password ke-x sebelum diacak (password lama) dan $\text{PSW}[x]'$ adalah password ke-x sesudah diacak (password baru). Operator + menunjukkan operasi penjumlahan sedangkan $\text{mod}(B,C)$ menghitung modulus/ sisa bagi antara pembagian B terhadap C dan $\text{div}(X,Y)$ menghitung divider/ hasil bagi antara pembagian X terhadap Y.

Sehingga diagram alir Pengacak Password ini dapat dinyatakan seperti Gambar 3.16.



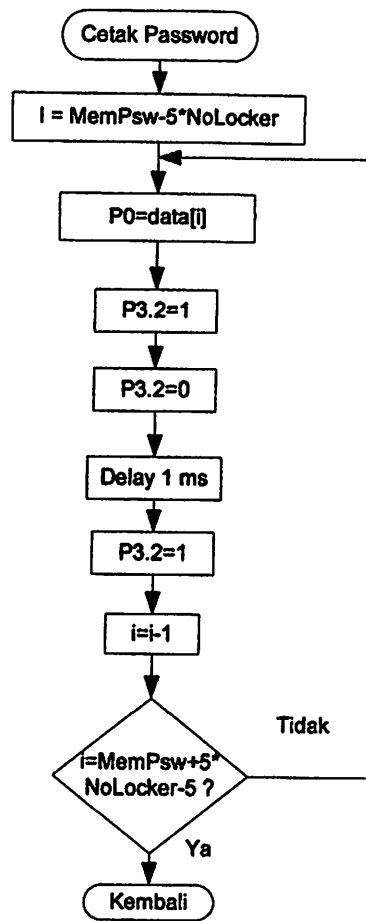
Gambar 3.16 Diagram alir Pengacak Password

Sumber: Perancangan

3.2.1.5. Mencetak Password

Password dicetak pada printer melalui terminal DB25. Printer dengan terminal kabel DB25 memiliki dua sinyal penting yaitu /INIT dan /Strobe. Pin /INIT digunakan untuk menginisialisasi printer yaitu dengan cara mengirim pulsa aktif low. Pin /Strobe digunakan untuk memberitahu printer bahwa data pada bus data DB25 telah siap untuk dikirim ke printer. Jadi untuk mengirim data karakter ke printer adalah dengan mengirim data ke bus data yang diikuti dengan memberikan pulsa aktif low pada pin /Strobe.

Dengan demikian diagram alir pencetakan password ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Diagram alir mencetak password

Sumber: Perancangan

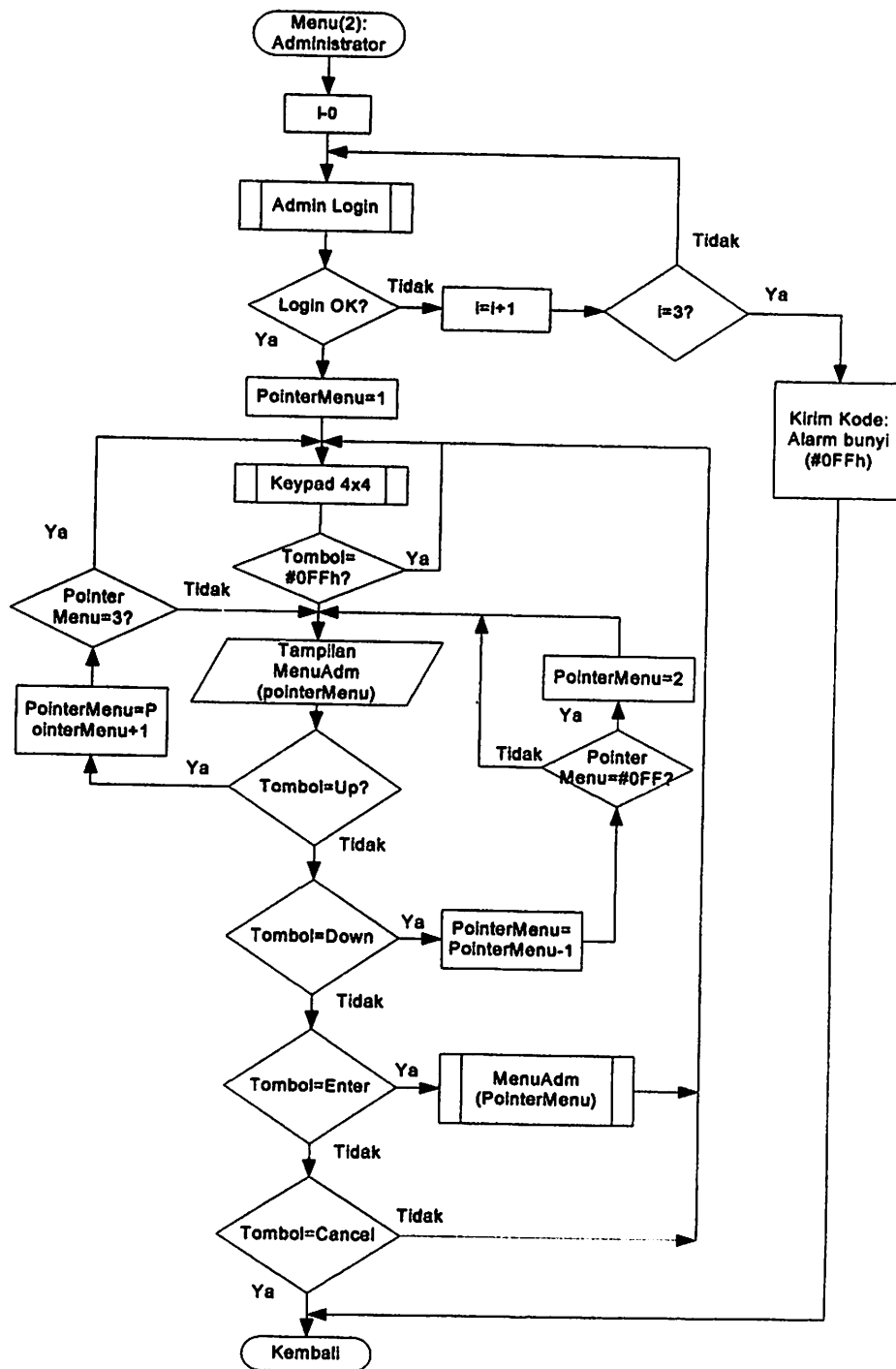
Password yang akan dicetak tergantung pada locker yang aktif. Locker aktif adalah locker yang baru saja menutup pintu. Password sepanjang 5 digit disimpan pada EEPROM lokasi $\text{MemPsw}-\text{NoLocker} \times 5$ sampai dengan $\text{MemPsw}-\text{NoLocker} \times 5 - 4$, dengan MemPsw adalah alamat awal penyimpanan password (7FFh) dan NoLocker adalah Nomer Locker. $\text{NoLocker}=0$ digunakan untuk menyimpan password administrator, $\text{NoLocker}=1$ digunakan untuk menyimpan

password Locker 1, NoLocker=2 digunakan untuk menyimpan password Locker 2, NoLocker=3 digunakan untuk menyimpan password Locker 3 dan NoLocker=4 digunakan untuk menyimpan password Locker 4.

3.2.1.6. Menu 2 - Administrator

Menu pilihan yang kedua adalah menu administrator yang dikhususkan untuk administrator yaitu orang yang memiliki otoritas tertinggi dalam pengaturan locker. Administrator dapat membuka dan menutup semua locker tanpa harus mengetahui password locker yang bersangkutan. Jika seseorang mampu memasukkan password administrator dengan benar maka proses buka/tutup semua locker dapat dilakukan. Menu pilihan ini digunakan jika pemakai locker tertentu lupa passwordnya. Diagram alir untuk administrator ditunjukkan pada Gambar 3.18. Terlihat dalam diagram alir bahwa menu Administrator diawali dengan sub program Admin Login (lihat Gambar 3.19). Jika login berhasil maka proses di dalam menu ini dapat dikerjakan. Apabila terjadi kesalahan login sebanyak 3 kali maka MCU Pengacak Apssword mengirim kode untuk mengaktifkan alarm ayng dikendalikan oleh MCU Penggerak Locker.

Menu Adm 1 adalah Mengubah password administrator, seperti pada Gambar 3.20, dan Menu Adm 2 adalah Buka/Tutup Locker, seperti pada Gambar 3.21.

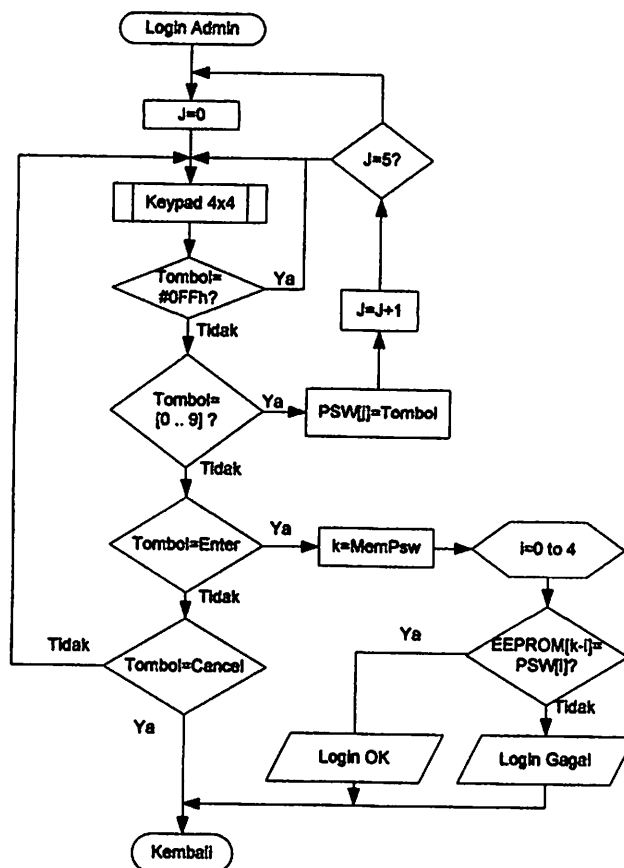


Gambar 3.18 Diagram alir Administrator

Sumber: Perancangan

3.2.1.6.1. Login Administrator

Menu Administrator diamankan dengan sebuah password sepanjang 5 digit. Jika password ini dapat ditebak dengan benar maka semua menu pilihan yang terdapat di bawah Menu Administrator dapat dikerjakan. Diagram alir untuk memasukkan password admin ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Diagram alir Login administrator

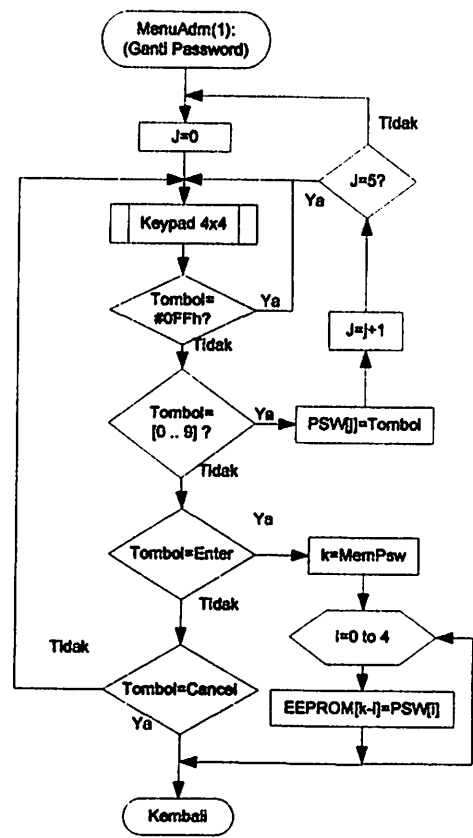
Sumber: Perancangan

Password admin dimasukan dengan emenkan tombol angka [0..9] dan diakhiri dengan menekan tombol ENT (Enter) untuk memproses atau CAN (Cancel) untuk membatalkan login administrator. Password yang dimasukan dan diproses

selanjutnya dibandingkan dengan password administrator yang terdapat di EEPROM. Jika hasil komparasi sama maka login berhasil dan jika komparasi tidak sama maka login gagal.

3.2.1.6.2. Menu Adm 1 - Ganti Password

Menu Adm 1- Ganti Password dibuat untuk melakukan proses pengubahan password administrator demi keamanan sistem locker. Password hasil pengubahan disimpan dalam EEPROM. Diagram alir untuk mengubah password administrator ditunjukkan pada Gambar 3.20.

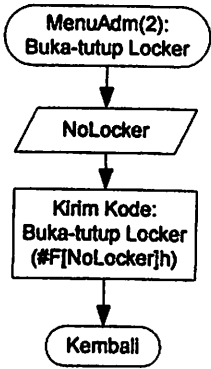


Gambar 3.20 Diagram alir Ganti password admin

Sumber: Perancangan

3.2.1.6.3. Menu Adm 2 – Buka/Tutup Locker

Jika seseorang berhasil memasukkan password administrator dengan benar maka diijinkan membuka/ menutup locker tertentu dengan memasukan nomor lockernya. Menu ini disediakan untuk mengantisipasi jika seorang pemakai locker tertentu lupa atau kehilangan passwor lockernya. Membuka atau menutup locker dilakukan dengan mengirim kode #FXh dengan X adalah nomor locker yang ingin dibuka atau ditutup seperti yang dinyatakan oleh diagram alir pada Gambar 3.21.

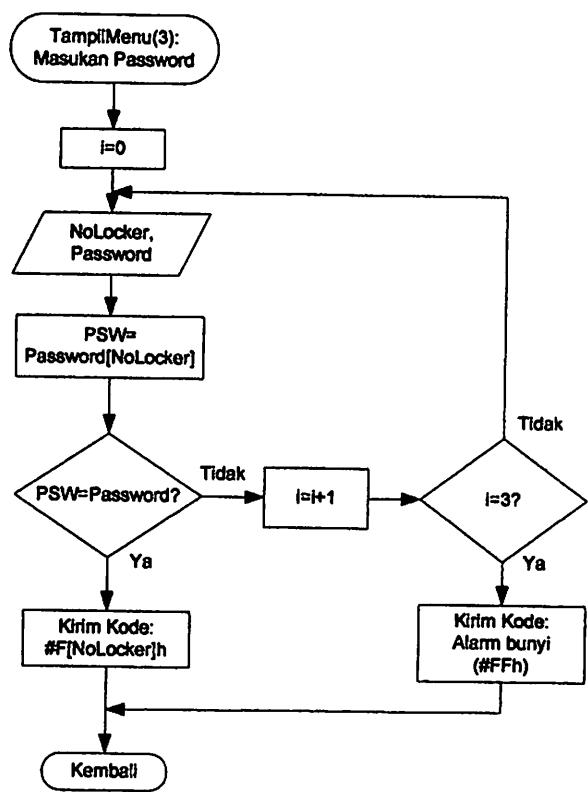


Gambar 3.21 Diagram alir Buka-Tutup Locker

Sumber: Perancangan

3.2.1.7. Menu 3 - Masukan Password

Ketika pemakai locker akan membuka lockernya maka yang bersangkutan harus memasukan password melalui papan tombol. Diagram alir untuk memasukan password ditunjukan pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Diagram alir Masukan password

Sumber: Perancangan

Dalam diagram alir tersebut, mula-mula meminta masukan Nomor Locker dan Password. Selanjutnya program mengambil password yang tersimpan dalam EEPROM untuk nomor locker yang diberikan. Jika password yang dimasukan sama dengan password dalam EEPROM maka MCU Pengacak Password mengirim kode #F[NoLocker]h secara serial ke MCU Penggerak Locker sebagai perintah untuk membuka kunci untuk locker. Apabila password yang dimasukan tidak sesuai dengan password yang ada dalam EEPROM maka program diulang

sampai 3 kali. Jika ternyata dalam 3 kali masih salah maka kode yang dikirim adalah #FFh sebagai perintah untuk membunyikan Alarm.

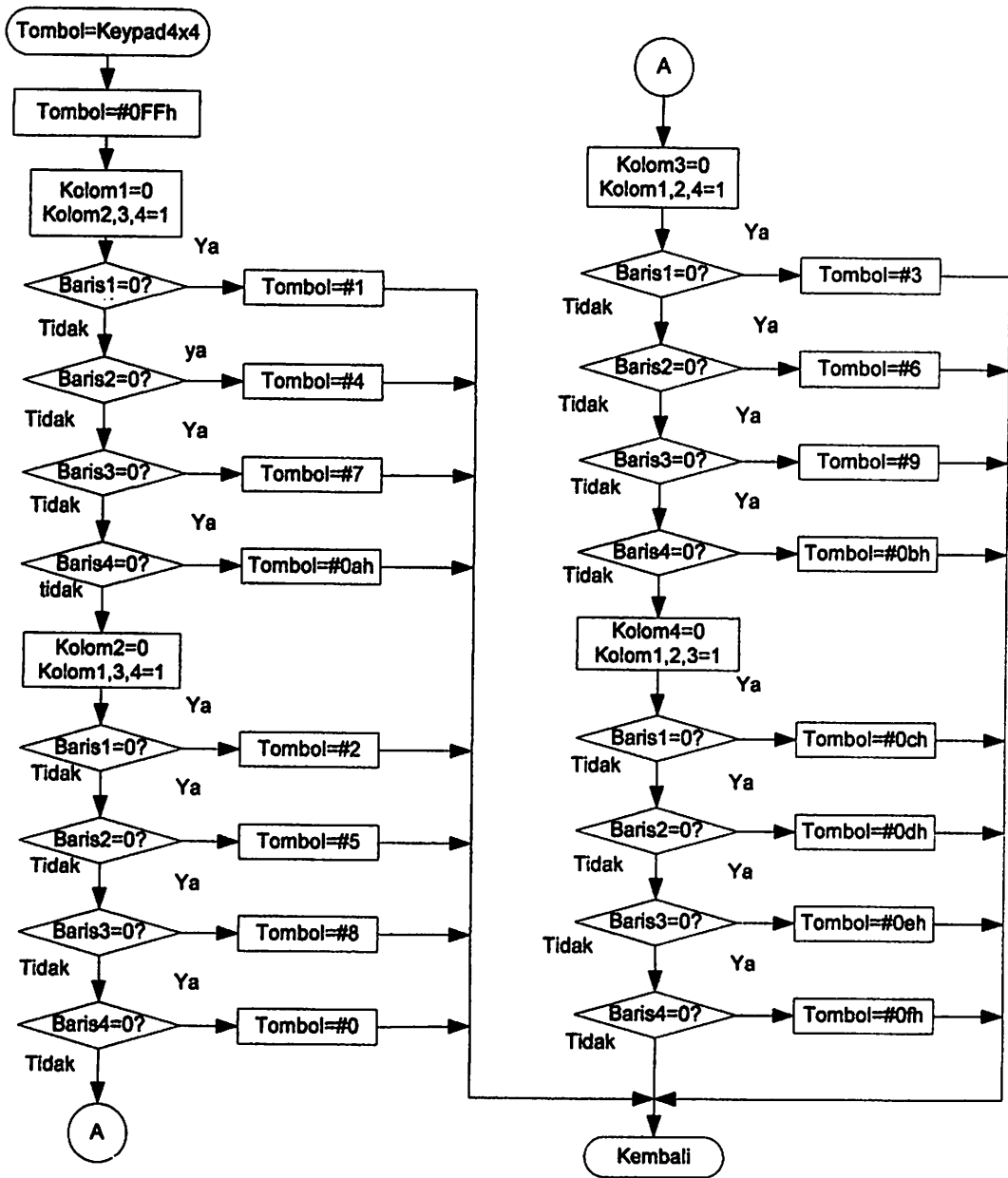
3.2.1.8. Keypad 4x4

Sub program Keypad 4x4 digunakan untuk mendeteksi tombol apa yang sedang ditekan. Sistem pendeteksian menggunakan cara scanning yaitu mengirim logika 0 pada kolom tertentu dan mendeteksi setiap baris. Jika terdapat baris yang berlogika nol maka tombol yag sedang ditekan adalah tombol dengan baris dan kolom saat itu. Jika tidak ada baris yang berlogika 0 maka proses dilanjutkan untuk kolom yang lain. Jika semua kolom dan baris sudah discan dan tidak ada yang berlogika nol maka data yang dihasilkan berupa #0FFh yang menandakan tidak ada tombol yang sedang ditekan. Diagarm alir untuk proses seperti ini ditunjukan pada Gambar 3.23. Sebagai catatan bahwa struktur dan label tombol seperti di tunjukan pada Gambar 3.12. Utnuk lebih jelasnya ditunjukan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Nama tombol dan data yang dihasilkan

Nama tombol	Data yang dihasilkan	Keterangan
1	#1	Tombol 1
2	#2	Tombol 2
3	#3	Tombol 3
4	#4	Tombol 4
5	#5	Tombol 5

6	#6	Tombol 6
7	#7	Tombol 7
8	#8	Tombol 8
9	#9	Tombol 9
0	#0	Tombol 0
CAN	#0Ah	Tombol Cancel
ENT	##0Bh	Tombol Enter
COR	#0Ch	Tombol COR
MEN	#0Dh	Tombol Men
UP	#0Eh	Panah atas
DOWN	#0Fh	Panah bawah
-	#0FFh	Tidak ada tombol ditekan



Gambar 3.23 Diagram alir keypad 4x4

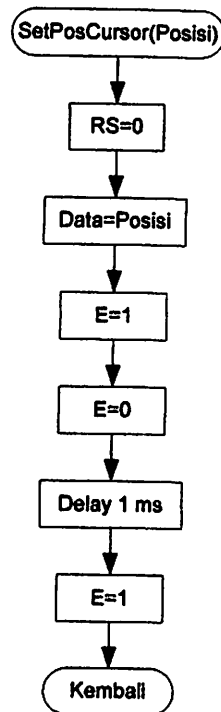
Sumber: Perancangan

3.2.1.9. Menulis Karakter pada LCD

Menulis karakter pada LCD M1632 memerlukan dua sub program yaitu sub program untuk memindah cursor (tempat penulisan) dan sub program untuk menulis karakter.

3.2.1.9.1. Seting Posisi Cursor

Sub program untuk mengeset posisi cursor LCD ditunjukkan pada Gambar 3.24.



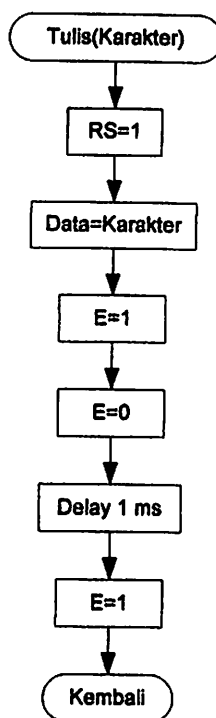
Gambar 3.24 Diagram alir mengeset posisi cursor LCD

Sumber: Perancangan

Cara mengeset cursor LCD pada posisi tertentu harus diset RS=0, Data posisi diberikan pada bus data LCD dan pin E (Enable) diberikan sinyal tepi turun (peralihan dari high ke low).

3.2.1.9.2. Tulis Karakter

Sub program untuk menulis karakter pada LCD ditunjukkan pada Gambar 3.25. Mula-mula pin RS (Register Select) diset sama dengan 1, kemudian data karakter disiapkan pada bus data LCD, pin E (Enable) diberi sinyal tepi turun (peralihan dari high ke low) maka sebuah karakter akan muncul pada layar LCD.



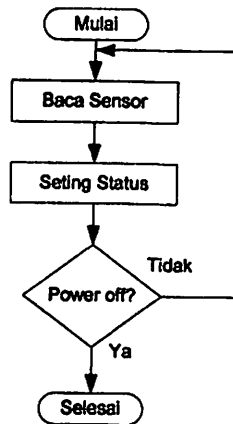
Gambar 3.25 Diagram alir menulis karakter pada LCD

Sumber: Perancangan

3.2.2. Perangkat Lunak MCU Penggerak Locker

3.2.2.1. Program Utama Penggerak Locker

Diagram alir untuk program yang running pada MCU Penggerak locker ditunjukkan pada Gambar 3.26.



Gambar 3.26 Diagram alir utama Penggerak Locker

Sumber: Perancangan

Proses yang terjadi adalah membaca sensor yaitu mendeteksi isi locker, kosong atau isi, dan mendeteksi kondisi pintu, membuka tau menutup. Data ini selanjutnya digunakan untuk emngeset status. Proses pembacaan sensor dijelaskan dalam diagram alir Gambar 3.27 dan proses seting status oleh Gambar 3.28.

3.2.2.2. Baca Sensor dan Seting Status

Membaca sensor isi locker dilakukan dari port P1 nible bawah dan mendeteksi buka tutup pintu dari port P0 nible atas. Kedua data disatukan jadi satu byte dan disimpan pada bvariabel Data, dengan nible atas berisi kondisi pintu dan nible bawah berisi stauts isi locker dengan format sebagai berikut.

X3 X2 X1 X0 Y3 Y2 Y1 Y0 ; Y0=(LSB), X3=(MSB)

X3 : kondisi pintu locker ke-4, 1=pintu menutup, 0=pintu membuka

X2 : kondisi pintu locker ke-3

X1 : kondisi pintu locker ke-2

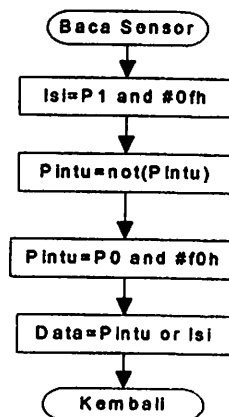
X0 : kondisi pintu locker ke-1

Y0 : isi locker ke-4, 1=locker berisi, 0=locker kosong

Y2 : isi locker ke-3

Y1 : isi locker ke-2

Y0 : isi locker ke-1

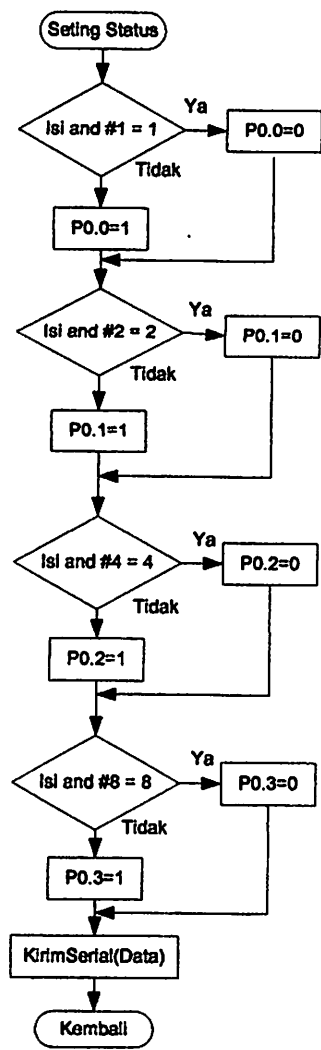


Gambar 3.27 Diagram alir baca sensor

Sumber: Perancangan

Kondisi sensor Isi Locker digunakan untuk mengeset LED indikator, jika X0 berlogika 1 berarti locker ke-1 tidak kosong dan maka LED merah locker ke-1 harus menyala. Untuk menyalakan Led ini maka pada pin P0.4 harus dikirim logika 0 supaya terjadi arus dari sumber DC +5V mengalir dari anoda ke katoda LED tersebut (lihat Gambar 3.5). Jika LED merah menyala secara otomatis LED hijau padam karena tagangan diujung keluaran gerbang NOT kurang lebih +5V yang berarti tidak ada arus yang mengalir dari anoda ke

katoda LED hijau. Proses ini ditunjukkan dalam diagram alir Gambar 3.28. Staus sensor juga dikirm ke MCU Pengacak Password untuk keperluan pembuatan password baru bagi pintu locker yang baru ditutup.

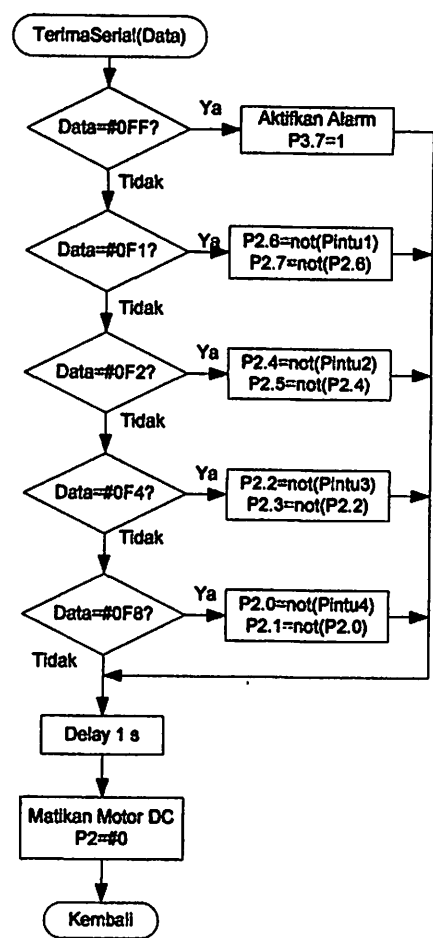


Gambar 3.28 Diagram alir seting status

Sumber: Perancangan

3.2.2.3. Terima Serial pada MCU Penggerak Locker

Selain mengirimkan data secara serial MCU Penggerak Locker juga menerima data serial dari MCU Pengacak Password. Data tersebut emmiliki arti tertentu. Data yang diterima ada dua macam yaitu data perintah untuk membunyikan alarm, #0FFh, dan data untuk membuka atau menutup locker, #0FXh, dengan X adalah nomor locker yang dikehendaki. Sehingga diagram alir untuk proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.29.



Gambar 3.29 Diagram alir aktifkan alarm dan pengunci

Sumber: Perancangan

BAB IV

PENGUJIAN SISTEM KUNCI LOCKER OTOMATIS

DENGAN NOMOR KODE ACAK

Bab ini membahas tentang pengujian SISTEM KUNCI LOCKER OTOMATIS DENGAN NOMOR KODE ACAK yang baru saja dirancang seperti dalam Bab III. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok. Jika setiap blok telah bekerja sesuai yang diharapkan maka pengujian dilakukan pada system keseluruhan.

4.1 Pengujian Sensor Isi Locker

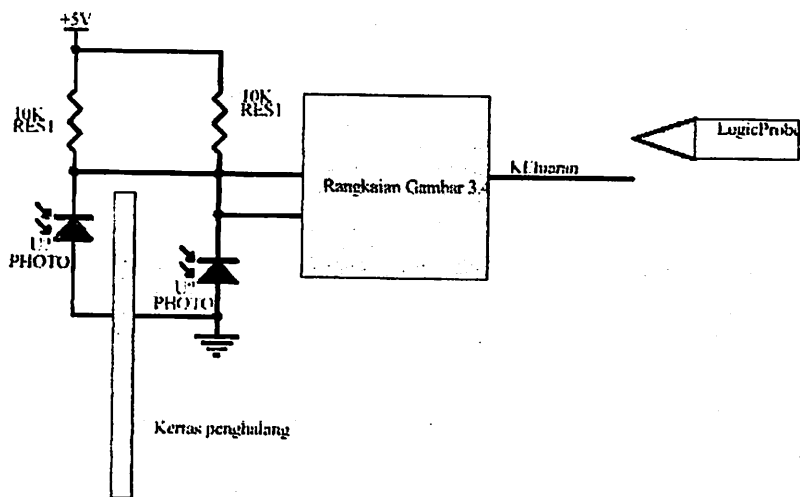
4.1.1. Tujuan

Pengujian sensor isi locker dimaksudkan untuk mengetahui bahwa sensor tersebut telah berfungsi dengan baik. Ketika benda kerja menghalangi sinar yang dihasilkan oleh LED pemancar sinar menuju salah satu atau beberapa photo dioda maka bagian penerima seperti saklar terbuka sehingga keluran berlogika 1. Karena keluaran ini diumpan ke gerbang OR maka paling sedikit satu buah sensor terhalang akan mengaktifkan keluaran menjadi berlogika 1. Hal yang sebaliknya terjadi jika tidak ada benda penghalang diantara pemancar dan penerima sinar, keluaran sensor berlogika 0.

4.1.2. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian sensor antrian dan posisi adalah:

- a) Meyiapkan rangkaian Gambar 3.4, catu daya +5V dan menyusunnya seperti gambar berikut



Gambar 4.1 Pengujian sensor isi locker

- b) Masukan selembar kertas atau benda lain diatas sensor untuk menghalangi sinar atau angkat kertas dari celah untuk meneruskan sinar
- c) Mengecek level logika keluaran dengan menggunakan logic probe

4.1.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian didapat hasil seperti Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data pengujian Sensor Isi Locker

No	Posisi Kertas/ Benda	Keluaran sensor
1	Diatas sensor / menghalangi sinar	1
2	Diangkat dari sensor/ tidak menghalangi sinar	0

Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa sensor isi locker telah bekerja seperti yang diharapkan, jika ada kertas penghalang maka sensor mengeluarkan logika 1 dan sebaliknya jika tidak ada penghalang sensor mengeluarkan logika 0.

4.2 Pengujian Indikator Isi

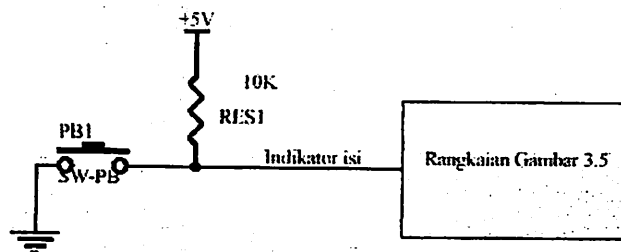
4.2.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa rangkaian indicator isi telah bekerja dengan baik, yaitu ketika logika 1 diberikan pada masukan rangkain maka LED hijau menyala LED merah padam dan sebaliknya ketika logika 0 diberikan pada masukan maka LED merah menyala dan LED hijau padam..

4.2.2. Langkah Pengujian

Pengujian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Siapkan rangkaian penggerak stempel Gambar 3.5 dan catu daya serta merangkakaikannya seperti gambar berikut



Gambar 4.2 Pengujian Indikator Isi

- b) Berikan tegangan 5V atau logika 1 pada masukan dengan membiarkan PB1 dan kemudian amati nyala LED
- c) Berikan tegangan 0 V atau logika 0 dengan menekan PB1 pada masukan dan amati nyala LED

4.2.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian didapatkan hasil seperti dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data pengujian Indikator Isi

No	Masukan	LED merah	LED hijau
1	0	Menyala	padam
2	1	Padam	Menyala

Berdasarkan data pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian indikator isi telah bekerja seperti yang diharapkan, yaitu jika LED merah menyala berarti locker terisi dan sebaliknya jika LED hijau menyala berarti locker kosong.

4.3 Pengujian Alarm

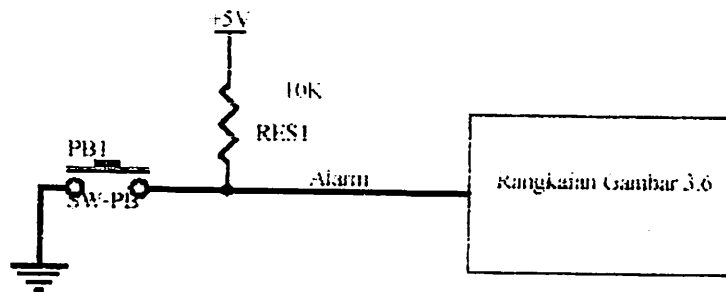
4.3.1. Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa ketika logika 1 diberikan pada rangkaian maka alarm berbunyi dan ketika logika 0 diberikan maka alarm diam.

4.3.2. Langkah Pengujian

Pengujian ini mengikuti langkah-langkah berikut:

- a) Siapkan rangkain alarm (Gambar 3.6) , catu daya dan susun rangkaian sebagai gambar berikut.



Gambar 4.3 Pengujian Alarm

- b) Berikan masukan logika 1 pada masukan dengan membiarkan PB1 dan dengar suara alarm
- c) Beri masukan logika 0 pada masukan dengan cara menekan PB1 dan dengan alarm

4.3.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pada pengujian didapat hasil seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data pengujian Alarm

No	Logika masukan	Alarm
1	0	Diam
2	1	Berbunyi

Berdasarkan data pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian alarm dapat bekerja seperti yang diharapkan.

4.4 Pengujian Modul LCD M1632

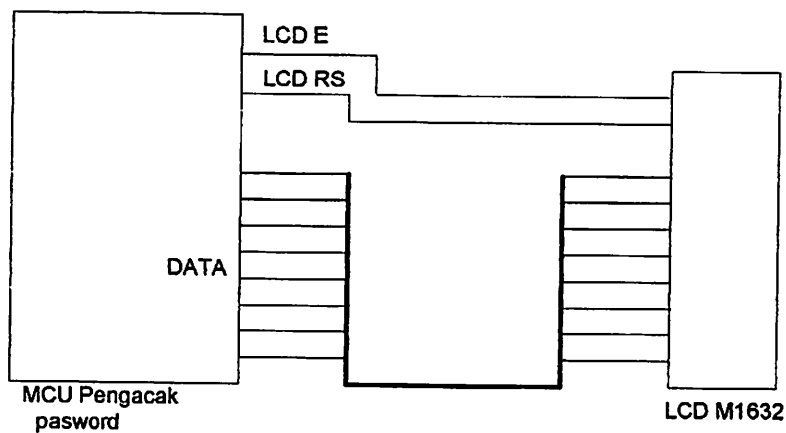
4.4.1. Tujuan

Pengujian Modul LCD M1632 bertujuan untuk memastikan bahwa rangkaian LCD yang dibuat telah bekerja dengan ukuran mampu menampilkan tulisan yang dikirim dari mikrokontroler.

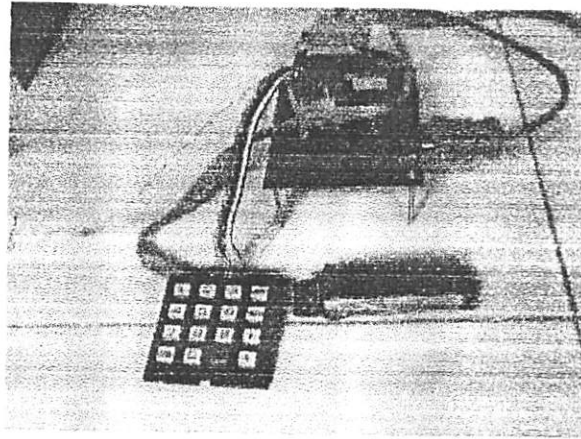
4.4.2. Langkah Pengujian

Pengujian LCD mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Siapkan rangkaian MCU Penggerak Locker (Gambar 3.10) dan rangkaian modul LCD (Gambar 3.11), catu daya dan susun seperti gambar berikut



Gambar 4.4 Pengujian LCD M1632



b) Isi memori program dengan program seperti pada Lampiran 1 Uji

LCD, yang bertujuan menampilkan tulisan:

'SISTEM PENGUNCI'

'LOCKER OTOMATIS'

'DG MENGGUNAKAN'

'PASSWORD DIACAK'

' Oleh: AGUS '

' Teknik Elektro '

' ITN MALANG '

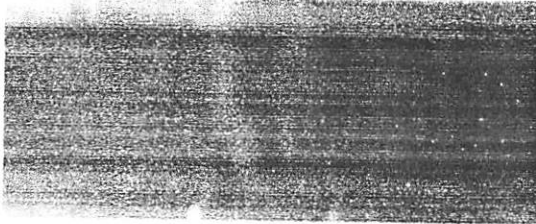
' Januari 2006 '

c) Reset mikrokontroler dan amati tulisan pada LCD

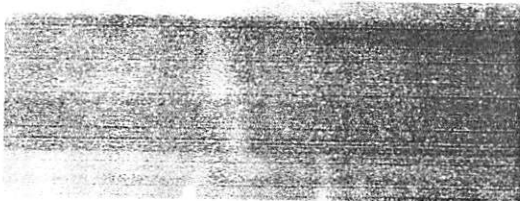
4.4.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian didapatkan hasil bahwa setelah mikrokontroler direset pada LCD muncul tulisan:

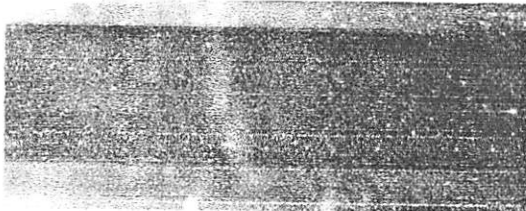
'SISTEM PENGUNCI '
'LOCKER OTOMATIS '



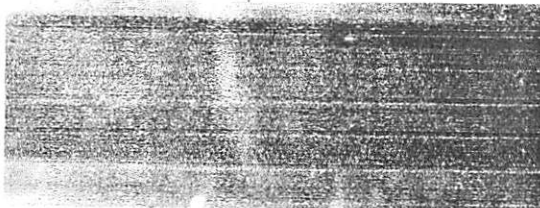
' DG MENGGUNAKAN '
' PASSWORD DIACAK '



' Oleh: AGUS '
' Teknik Elektro '



' ITN MALANG '
' Januari 2006 '



Sehingga dapat dikatakan bahwa modul LCD telah bekerja terbukti dengan mampu menampilkan tulisan yang dikirim dari mikrokontroler.

4.5 Pengujian Motor DC Penggerak Pengunci

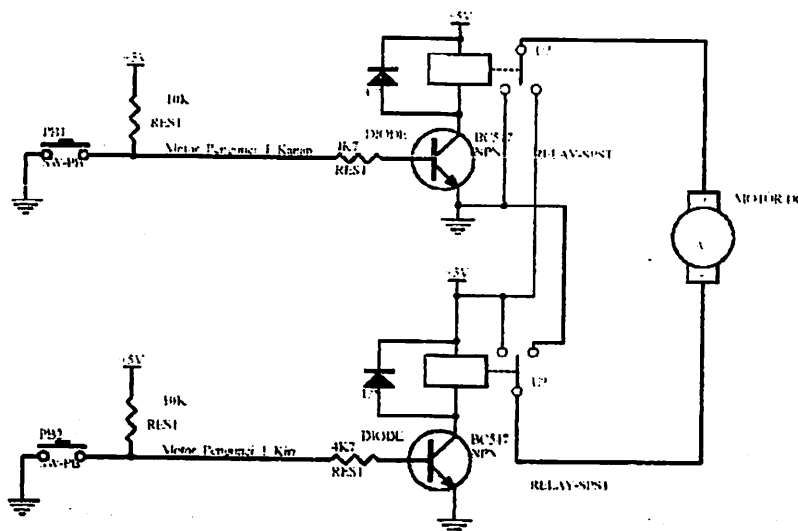
4.5.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan menguji kerja motor DC dalam menggerakkan pengunci yaitu putar kanan dan putar kiri. Ketika logika 0 diberikan pada pin berlabel Motor_Pengunci_X_Kanan dan logika 1 pada pin berlabel Motor_Pengunci_X_Kiri maka motor DC berputar ke kiri dan sebaliknya jika kondisi masing-masing pin berkebalikan dari itu maka motor DC berputar ke kanan. Jika semua berlogika 0 atau 1 maka motor DC diam.

4.5.2. Langkah-langkah

Pengujian penggerak pengunci dilakukan sebagai berikut:

- Siapkan rangkaian Gambar 3.8, catu daya dan susun seperti gambar berikut



Gambar 4.5 Pengujian Motor DC Pengunci

- b) Berikan logika kombinasi pada kedua pin dengan menekan atau membiarkan PB1 dan PB2 serta amati arah putaran motor DC

4.5.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian didapat hasil seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data pengujian motor DC

No	PB 1	PB 2	Arah putar Motor DC
1	0	0	Diam
2	0	1	Kiri
3	1	0	Kanan
4	1	1	Diam

Berdasarkan hasil pengujian dapat dikatakan bahwa system sudah bekerja seperti yang diharapkan.

4.6 Pengujian Komunikasi Serial

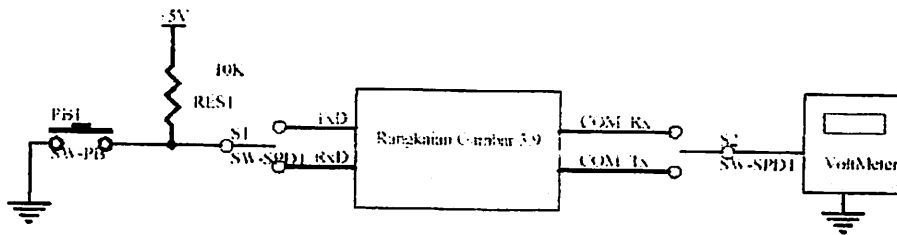
4.6.1. Tujuan

Pengujian komunikasi serial bertujuan untuk memastikan bahwa data yang ditransfer secara serial antara MCU Pengacak dan MCU Penggerak Locker dapat diterima dengan benar.

4.6.2. Langkah Pengujian

Pengujian serial terdiri atas dua macam; yaitu pengujian konverter RS232 vs TTL dan pengujian serial mikrokontroler. Pengujian konverter RS232 mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Menyiapkan rangkaian konverter RS232 vs TTL (Gambar 3.9) dan catu daya serta merangkainya seperti gambar berikut.

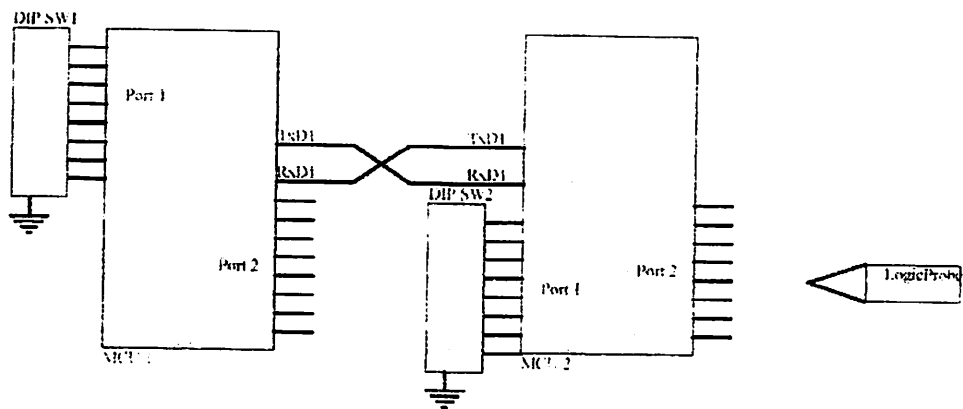


Gambar 4.6 Pengujian RS232

- b) Memberikan logika 0 dan 1 pada masukan rangkaian diatas lewat pengaktifan push button PB1 dan saklar SPDT (S1, S2) serta mengukur tegangan keluaran dengan menggunakan voltmeter

Sedangkan pengujian komunikasi serial pada mikrokontroler dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

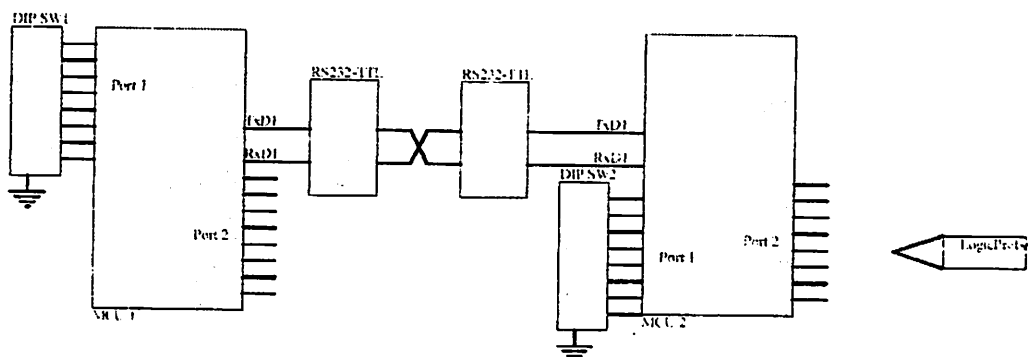
- a) Menyiapkan rangkaian pengujian seperti gambar berikut.
- b) Mengisi kedua mikrokontroler dengan program pengiriman data serial seperti pada Lampiran 2, yaitu program untuk mengirim data pada port 1 ke mikrokontroler lawan dan menampilkan data dari mikrokontroler lawan untuk ditampilkan pada port 2 dengan baudrate 9600 bps.



Gambar 4.7 Pengujian Komunikasi Serial

- c) Memberikan logika tertentu dengan mengatur DIP SW1 dan DIP SW2 dan mengecek logika keluaran port 2 kedua mikrokontroler dengan menggunakan logic probe.

Pengujian terakhir adalah dengan menggabungkan kedua pengujian diatas seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Pengujian Komunikasi Serial menggunakan RS232

Langkah pengujian sama dengan pengujian sebelumnya.

4.6.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian diatas didapatkan hasil seperti tabel berikut.

Table 4.5 Pengujian RS232-TTL: untuk TxD

No	TxD	COM_Rx
1	0	+10,6V
2	1	-10,4V

*)S1 ke TxD, S2 ke COM_RX, Logika 0-> PB1

ditekan

Table 4.6 Pengujian RS232-TTL: untuk RxD

	RxD	COM_Tx
1	0	+10,6V
2	1	-10,4V

*)S1 ke RxD, S2 ke COM_Tx, Logika 0-> PB1

ditekan

Table 4.7 Pengujian Serial Mikrokontroler

No	DIP SW1	DIP SW2	P2 - MCU1	P2 – MCU 2
1	1000 1101 (8D)	1110 1110 (EE)	1110 1110 (EE)	1000 1101 (8D)
2	1111 1111 (FF)	1010 1010 (AA)	1010 1010 (AA)	1111 1111 (FF)
3	0011 1111 (3F)	0011 0011 (33)	0011 0011 (33)	0011 1111 (3F)

*)logika 1 berarti DIP SW terbuka

Table 4.8.

Pengujian serial dengan menggabungkan RS232 –TTL ke mikrokontroler

No	DIP SW1	DIP SW2	P2 - MCU1	P2 – MCU 2
1	1000 1101 (8D)	1110 1110 (EE)	1110 1110 (EE)	1000 1101 (8D)
2	1111 1111 (FF)	1010 1010 (AA)	1010 1010 (AA)	1111 1111 (FF)
3	0011 1111 (3F)	0011 0011 (33)	0011 0011 (33)	0011 1111 (3F)

*)logika 1 berarti DIP SW terbuka

Berdasarkan pada hasil pengujian bahwa ketika pin TxD RS232 diberi logika 0 maka keluarannya yaitu COM_Rx bertegangan +10,6V dan ketika pin RxD RS232 diberi logika 1 maka keluarannya yaitu COM_Tx bertegangan -10,4V. Data ini sesuai dengan dasar teori RS232 pada BAB II yaitu bahwa logika 0 dinyatakan sebagai tegangan antara +3 volt sampai +10 volt, dan logika 1 dinyatakan sebagai tegangan antara -3 volt sampai -10 volt. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa konverter RS232 telah bekerja dengan baik sebab telah sesuai dengan spesifikasi RS232.

Sedangkan pengujian Serial menggunakan mikrokontroler dapat dinilai dari kesamaan level logika yang dikirim dan yang diterima. Dalam pengujian ini mikrokontroler mengirim logika port 1 dan menerima data untuk ditampilkan pada port 2. Terlihat dari hasil pengujian bahwa kondisi DIP SW1 selalu sama dengan kondisi P2 – MCU 2 dan kondisi DIP SW2 selalu sama dengan kondisi P2

- MCU 1. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa komunikasi serial mikrokontroler dapat bekerja dengan baik sebab data yang dikirim dan yang diterima telah sesuai.

Penggabungan konverter RS232-TTL ke dalam rangkaian mikrokontroler tidak mengganggu kerja komunikasi serial hal ini dibuktikan oleh kesesuaian data yang dikirim dan yang diterima seperti dalam pengujian sebelumnya.

4.7 Pengujian Pencetakan karakter ke Printer

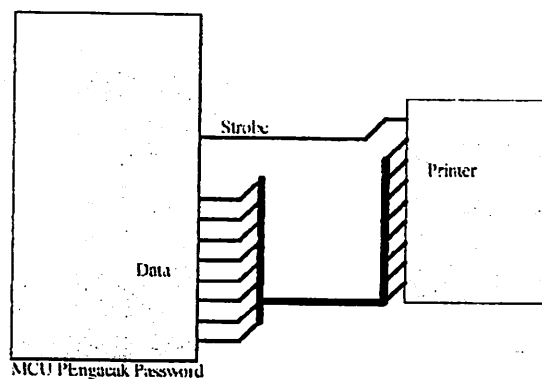
4.7.1. Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa karakter yang dikirim ke printer dapat dicetak dengan benar.

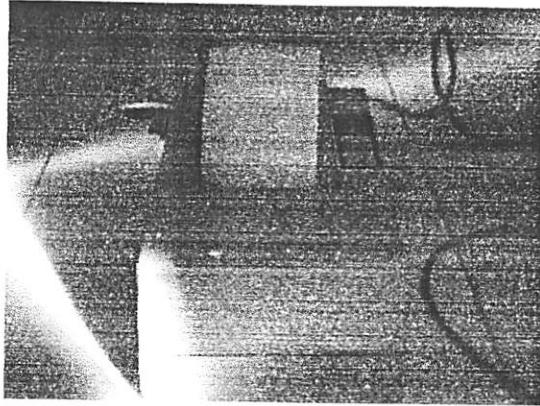
4.7.2. Langkah Pengujian

Langkah pengujian pencetakan karakter ke printer adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan rangkaian MCU Pengacak Password dan printer serta merangkaiakan seperti gambar berikut.



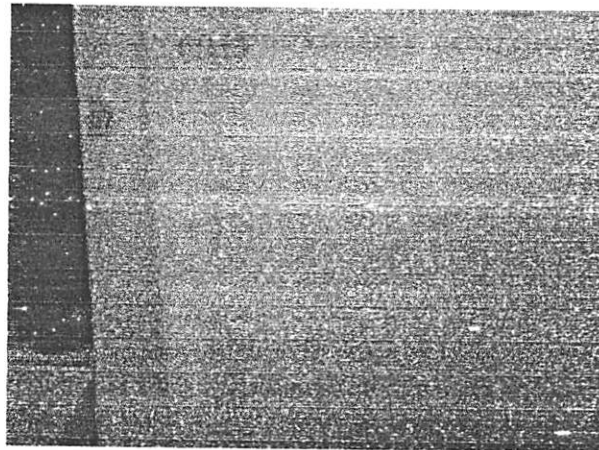
Gambar 4.9 Pengujian Printer



Mengisi program MCU Pengacak Password dengan program pengacakan password.

b) Mengecek keluaran printer

4.7.3. Hasil Pengujian



Berdasarkan pada ujicoba didapatkan hasil bahwa printer dapat mencetak Password yang telah diacak oleh MCU pengacak password. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa printer dapat bekerja seperti yang diharapkan

4.8 Pengujian Sistem Keseluruhan

4.8.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kerja sistem locker otomatis.

Ukuran kinerja didasarkan pada:

- a) Kemampuan sistem mendeteksi adanya penutupan pintu locker tertentu dan menghasilkan password teracak yang dicetak pada printer.
- b) Kemampuan program mendeteksi ada-tidaknya barang dalam locker yang ditandai dengan nyala LED, LED merah menyala ketika ada barang dan LED hijau menyala ketika tidak ada barang dalam locker
- c) Buka tutup kunci locker bisa diatur dari MCU Pengacak Password menu Administrator-Buka Tutup Locker Tertentu.
- d) Program mampu menyimpan password dalam EEPROM yang dibuktikan dengan cara mematikan catu daya dan mengecek password tersimpan.
- e) Sistem mampu mengaktifkan alarm ketika terjadi kesalahan masukan password sebanyak 3 kali.

4.8.2. Langkah-langkah pengujian

Pengujian untuk mengetahui kinerja yang dinyatakan diatas dilakukan dengan menyiapkan sistem keseluruhan dan melakukan langkah-langkah berikut:

- a) Untuk menguji sistem pengacakan password, mula-mula ditentukan password mula-mula dan dihitung secara manual password teracak menurut rumus pengacakan, password locker diset dengan nilai mula-mula, kemudian pintu

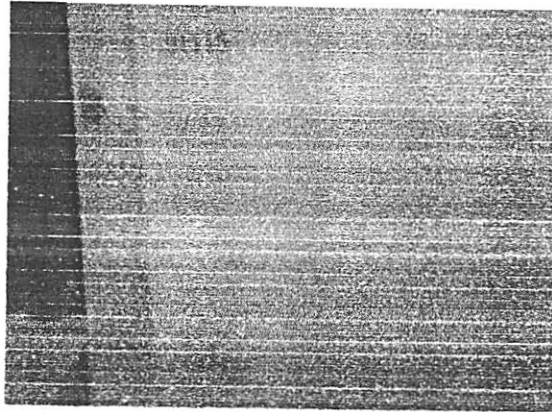
locker yang bersesuaian ditutup, password hasil pengacakan ditampilkan pada LCD dan dicocokkan dengan password hasil perhitungan manual.

- b) Pengujian program sensor isi dan indikator isi dilakukan dengan memberikan penghalang pada sensor isi dengan selembar kertas dan mengamati LED indikator isi.
- c) Untuk menguji kemampuan sistem membuka-tutup locker tertentu dilakukan dengan menjalankan menu Administrator, memberikan nomor locker yang akan dibuka-tutup dan mengecek apakah pengunci dapat bergerak membuka/menutup.
- d) Sistem penyimpanan dalam EEPROM diuji dengan cara membandingkan password yang sudah dicetak dengan password tersimpan dalam EEPROM setelah catu daya dimatikan.
- e) Fungsi alarm diuji dengan memberikan password yang salah sebanyak 3 kali dan mengecek apakah alarm berbunyi atau tidak.

4.8.3. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengamatan dalam pengujian didapatkan hasil dan kesimpulan sebagai berikut:

- a) Password mula-mula adalah "01115" dan setelah dihitung secara manual dengan rumus didapat hasil password teracak adalah "11311" dan hasil pengacakan password yang ditampilkan pada LCD atau yang tercetak adalah "11311". Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem pengacak password sudah bekerja sesuai rumus yang dibuat.



- b) Ketika suatu benda/selembar kertas menghalangi sensor isi maka LED merah menyala dan sebaliknya ketika barang/ kertas tersebut diambil (sensor tidak terhalang) LED hijau menyala. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi isi dan indikator isi telah bekerja dengan baik.
- c) Buka-tutup locker dari menu administrator dilakukan pada semua locker. Bila mula-mula kunci locker sedang terbuka ketika dijalankan buka-tutup maka locker menutup dan sebaliknya ketika locker sedang menutup, maka kemudian locker membuka. Dengan demikian sistem telah bekerja dengan baik.
- d) Dalam ujicoba penyimpanan password dalam EEPROM, password tercetak "11311", kemudian catu dimatikan. Setelah catu daya dihidupkan lagi, password tetap bernilai "11311" yang tertampil dalam LCD.
- e) Pengujian alarm dilakukan dengan memasukan password "12345", "23456" dan "67890" untuk membuka locker yang memiliki password "11311". Setelah digit password terakhir dimasukan, alarm langsung berbunyi karena telah terjadi kesalahan password 3 kali. Dengan demikian sistem alarm telah bekerja sesuai yang diharapkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari beberapa peengujian yang telah dilakukan pada Bab IV maka didapatkan kesimpulan antara lain :

1. Pada peangujian sensor dapat disimpulkan bahwa sensor isi locker telah bekerja seperti yang diharapkan karena didapatkan hasil / data yaitu bahwa jika sensor (Photo Dioda) tarhalang kertas/benda maka mengeluarkan logika 1, sebaliknya jika sensor (Photo Dioda) tidak terhalang benda sensor mengeluarkan logika 0.
2. Pada pengujian indikator isi di dapatkan data yaitu jika PBI ditekan atau diberi masukan 0 maka LED merah menyala dan LED hijau padam,sebaliknya jika diberi masukan 1 LED merah padam dan LED hijau menyala. Dari data tersebut maka dapat di simpulkan bahwa rangkaian indikator isi telah bekerja seperti yang diharapkan,yaitu jika LED merah menyala berarti locker terisi dan sebaliknya jika LED hijau menyala berarti locker kosong.
3. Pada pengujian alarmdi dapatkan sebuah data yaitu jika pada rangkaian alarm diberi masukan 1 maka alarm berbunyi,sebaliknya jika diberi masukan 0 maka alarm diam.berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian alarm dapat bekerja seperti yang di harapkan.

4. Pada pengujian LCD M1632 yaitu menampilkan karakter pada LCD Mikrokontroler di isi dengan program untuk menampilkan karakter tertentu dan di rangkai dengan LCD. Data yang di kirim oleh MCU dapat di tampilkan oleh LCD sesuai dengan program yang di isikan sehingga dapat dikatakan bahwa modal LCD telah bekerja terbukti dengan mampu menampilkan tulisan yang dikirim dari MCU.
5. Pada pengujian motor DC pengunci di dapatkan data bahwa jika Pin berlabel motor pengunci kanan di beri logika 1 dan pin berlabel motor pengunci kiri di beri logika 0 maka motor DC bergerak kekanan, sebaliknya jika pin berlabel motor pengunci kiri di berikan logika 1 dan pin berlabel motor pengunci kanan diberikan logika 0 maka motor DC bergerak ke kiri dan jika kedua pin diberi logika 1 atau 0 maka motor DC diam. berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa motor DC pengunci sudah bekerja seperti yang diharapkan.
6. Pada pengujian printer dilakukan dengan mencetak Password yang telah diacak oleh MCU pengacak password dan ternyata password sama dengan yang dicetak password hasil pengacakan yang tertampil pada LCD. Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa printer dapat bekerja seperti yang diharapkan.
7. Berdasarkan pada hasil pengujian bahwa ketika pin TxD RS232 diberi logika 0 maka keluarannya yaitu COM_Rx bertegangan +10,6V dan ketika pin RxD RS232 diberi logika 1 maka keluarannya yaitu COM_Tx bertegangan -10,4V. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa konverter

RS232 telah bekerja dengan baik sebab telah sesuai dengan spesifikasi RS232.

8. Sedangkan pengujian Serial menggunakan mikrokontroler dapat dinilai dari kesamaan level logika yang dikirim dan yang diterima. Dalam pengujian ini mikrokontroler mengirim logika port 1 dan menerima data untuk ditampilkan pada port 2. Terlihat dari hasil pengujian bahwa kondisi DIP SW1 selalu sama dengan kondisi P2 – MCU 2 dan kondisi DIP SW2 selalu sama dengan kondisi P2 – MCU 1. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa komunikasi serial mikrokontroler dapat bekerja dengan baik sebab data yang dikirim dan yang diterima telah sesuai.

Dari semua pengujian yang dilakukan dan semua data didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa perancangan alat ini sesuai dengan tujuan yang diharapkan yaitu merancang suatu model / prototype kunci lockér yang dilengkapi dengan pengaturan kunci pintu secara elektrik menggunakan nomor kode acak dengan tingkat keamanan yang lebih baik untuk pengguna yang bersifat umum.

5.2 SARAN – SARAN

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ini dikemudian hari, meskipun alat ini sudah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan sistem yang direncanakan masih ada hal – hal yang perlu ditingkatkan:

1. Untuk mempermudah pengelola locker perlu dibuat sistem yang fleksibel dalam hal penambahan dan pengurangan jumlah locker
2. Diperlukan model atau bentuk informasi yang lebih informative tentang kondisi locker sehingga locker lebih mudah digunakan.
3. Jumlah digit pada password dapat ditambah untuk meningkatkan keamanan locker.

DAFTAR PUSTAKA

W.W.W. ATMEL.COM, *AT89S8252 Product Data Sheet Archives*

W.W.W. ATMEL.COM, *AT89S51 Product Data Sheet Archives*

<http://www.lookrs232.com>, *Data Sheet*

<http://fly.hiwaay.net/~jfrohwei/tech/noll-mod.html>

Andi Nalwan, Paulus, Teknik Antar Muka dan Pemrograman Mikrokontroler

AT89C51, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003.

Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika*. Alih bahasa: Hanavi Gunawan

Jakarta: Erlangga

MCS-51 Microcontroller User's Manual

Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual

B & B Electronics Mfg Corporation, Datasheet Book

National Semikonduktor, Datasheet Book

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : AGUS PRIYONO
Nim : 0117076
Masa Bimbingan : 9 Desember 2005 – 9 Mei 2006
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KUNCI
LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN KATA KUNCI
ACAK YANG DIAPLIKASIKAN PADA LOCKER BANK
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S8252

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	25/11/05	Bab I	
2.	3/3/06	Demo	
3.	8/3/06	Analisis Sistem	
4.		Bab II & III	
5.	15/3/06	Bab IV & V	
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : AGUS PRIYONO
Nim : 0117076
Masa Bimbingan : 9 Desember 2005 – 9 Mei 2006
Judul Skripsi : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM KUNCI
LOCKER SECARA ELEKTRIK DENGAN KATA KUNCI
ACAK YANG DIAPLIKASIKAN PADA LOCKER BANK
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S8252

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Bab I revisi	
2.		Bab III revisi	
3.		Bab II revisi	
4.		Pemua alat, masih kurang presisi	
5.		Bab IV revisi	
6.		Bab V	
7.		Acc Seminar hasil	
8.			
9.			
10.			


Malang,
Dosen Pembimbing

Ir. Mimien Mustikawati
NIP. P. 1030000352



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI


Nama : AGUS PRIYONO
NIM : 01.17.076
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Kunci
Locker Secara Elektrik Dengan Nomor Kode
Acak yang Diaplikasikan Pada Locker Bank
Berbasis Mikrokontroller AT89S8252
Mulai Bimbingan Skripsi : 09 Desember 2005
Selesai Bimbingan Skripsi : 09 Mei 2006
Dosen Pembimbing : Ir. F. Yudi Limpraptono, MT. Pembimbing I
: Ir. Mimien Mustikawati. Pembimbing II
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90 

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

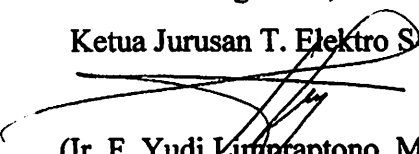

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing II


(Ir. Mimien Mustikawati)
NIP. P. 1030000352

Mengetahui,

Ketua Jurusan T. Elektro S-1


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

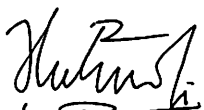
Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Agus Priyono.
NIM : 0117076
Perbaikan meliputi :

Revisi Perencanaan.

Malang,



(M. Ibrahim A. ST)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INSUDTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

NAMA : AGUS PRIYONO
NIM : 0117076
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S1
KONSENTRASI : TEKNIK ELEKTRONIKA
MASA BIMBINGAN : 9 Desember 2005 – 9 Mei 2006
JUDUL SKRIPSI : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
SISTEM KUNCI LOCKER SECARA
ELEKTRIK DENGAN NOMOR KODE
ACAK YANG DIAPLIKASIKAN PADA
LOCKER BANK BERBASIS
MIKROKONTROLER AT89S8252

NO	TANGGAL	MATERI PERBAIKAN	PARAF PENGUJI
1	29-03-2006	Perencanaan	

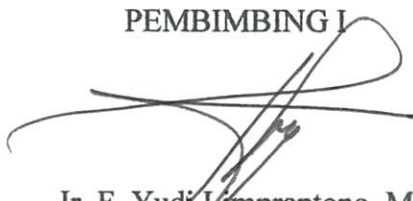
Disetujui:
PENGUJI



M. Ibrahim Ashari, ST
NIP.P. 1030100358

Mengetahui:

PEMBIMBING I

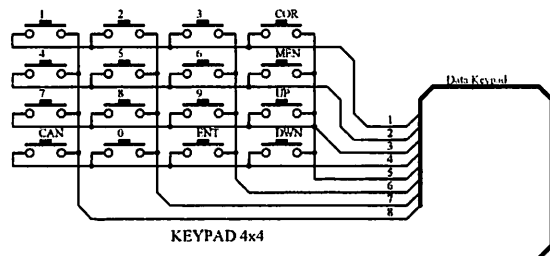


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

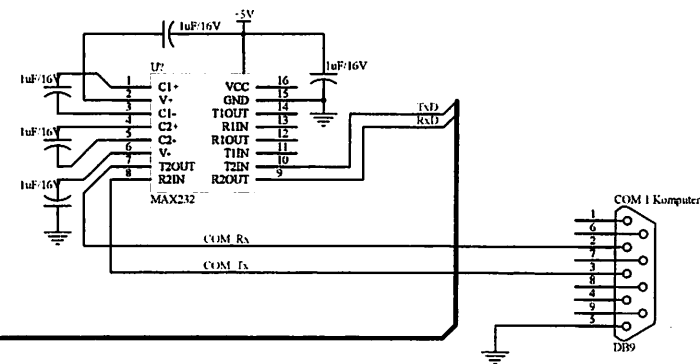
PEMBIMBING II



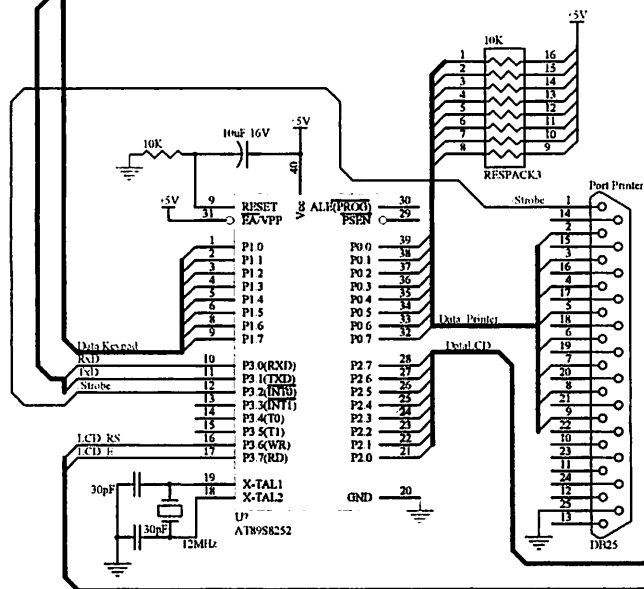
Ir. Mimien Mustikawati
NIP.P. 1030000352



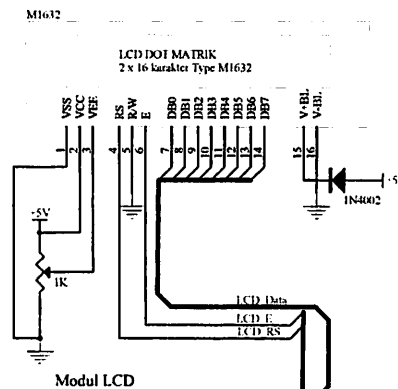
KEYPAD 4x4



Konverter TTL-RS232

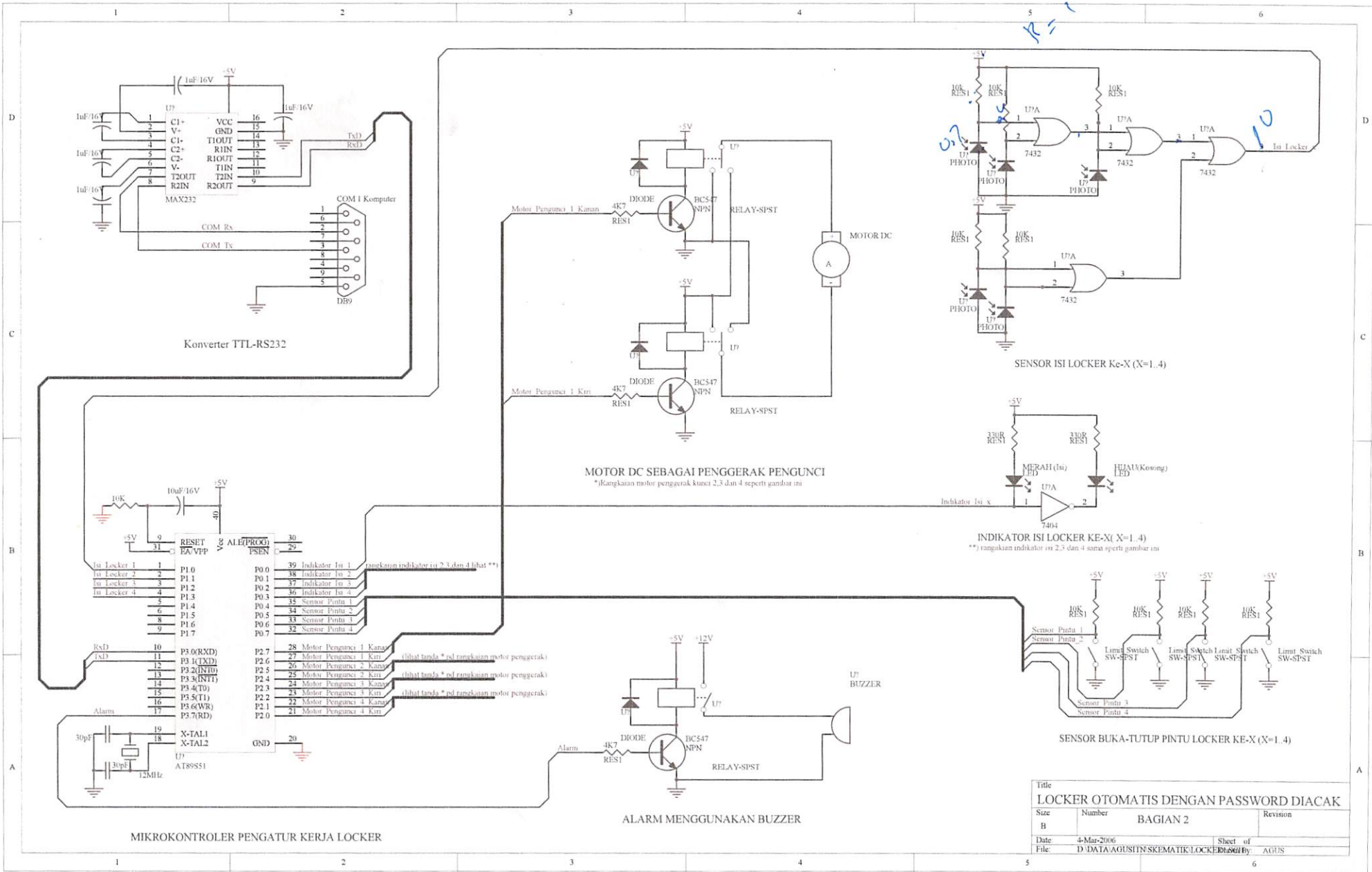


MIKROKONTROLER PENGACAK PASSWORD



Modul LCD

Title		
LOCKER OTOMATIS DENGAN PASSWORD DIACAK		
Size	Number	Revision
B	BAGIAN 1	
Date	4-Mar-2006	Sheet of
File	D:\DATA\AGUS\IN\SKEMATIK\LOCKER\BAGIAN 1	AGUS



Title			
LOCKER OTOMATIS DENGAN PASSWORD DIACAK			
Size	Number	Revision	
B	BAGIAN 2		
Date	4-Mar-2006	Sheet of	
File:	D:\DATA\AGUSTIN\SKEMATIK\LOCKER\BAGIAN 2	By	AGUS

DOS 7.10 (038-N) MCS-51 MACRO ASSEMBLER, V2.2
OBJECT MODULE PLACED IN D:\HB2000\LOCKERUT.OBJ
ASSEMBLER INVOKED BY: C:\MIKRO\ASM51.EXE D:\HB2000\LOCKERUT.H51

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		1	;
=====			
		2	; Program: Locker otomatis dg password diacak
MCU 1 Pengacak Password		3	;
		4	; Dibuat: AGUS
		5	; Teknik Elektro
		6	; Institut Teknologi Nasional
		7	; Malang (c) 2006
		8	;
		9	; Fungsi: mengatur sistem penguncian locker
otomatis dg password diacak		10	;
		11	; Hardware: MCU:AT89S8252 dg crystal 11.0592MHz,
		12	; ;
		13	; Progress:
keypad, LCDM1632		14	; 16-1-2006, Design circuit dan pemetakan IO:
		15	;
		16	;
=====			
		17	
		18	;---definisi
variabel-----			-----
007F	19	Satuan	equ 7fh ;variabel untuk
menampung hasil			
007E	20	Puluhan	equ 7eh ;konversi byte 2
digit			
007D	21	Ratusan	equ 7dh ;...
	22		
007C	23	DataLCD	equ 7ch ;variabel untuk
proses			
007B	24	CounterLCD	equ 7bh ;penampilan data
ke LCD			
007A	25	CounterCharLCD	equ 7ah ;...
0079	26	DelayLCD1	equ 79h ;...
0078	27	DelayLCD2	equ 78h ;...
0077	28	DelayLCD3	equ 77h ;...
	29		
0076	30	keydata	equ 76h ;data keypad
0075	31	pointermenu	equ 75h ;index menu
0074	32	count	equ 74h ;counter digit
angka dlm entry kode			
0073	33	NoLocker	equ 73h
0072	34	mempsw	equ 72h ;address start
buffer password, 5 byte			
	35		;---definisi
konstanta-----			-----
	36		
	37		;;--penggunaan port-----
	38		;LCD M1632
00B7	39	LCD_E	bit P3.7 ;pin Enable LCD
00B6	40	LCD_RS	bit P3.6 ;pin RS LCD
00A0	41	PortDataLCD	equ P2 ;port data LCD
	42		
	43		;keypad 4x4
0090	44	Baris1	bit P1.0 ;keypad baris
0091	45	Baris2	bit P1.1
0092	46	Baris3	bit P1.2

0093	47	Baris4	bit	P1.3	
0094	48	Kolom1	bit	P1.4	; keypad kolom
0095	49	Kolom2	bit	P1.5	
0096	50	Kolom3	bit	P1.6	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0097		51	Kolom4
0090		52	Keyport
keypad		53	
		54	
;-----			
0000		55	org 0h
0000 020082		56	ljmp mulai
0023		57	org 23h
0023 120027		58	lcall serial
0026 32		59	reti
		60	
		61	serial:
0027 C0E0		62	push acc
0029 109802		63	jbc ri, trima
002C 803E		64	sjmp eoSerial
		65	trima:
002E E599		66	mov a, sbuf
0030 B4080C		67	cjne a, #8, lkr2
0033 757C80		68	mov DataLCD, #80h
0036 1205AD		69	lcall write_InstLCD;
0039 757304		70	mov NoLocker, #4
003C 12006F		71	lcall UpdatePSW
		72	lkr2:
003F B4040C		73	cjne a, #4, lkr3
0042 757C80		74	mov DataLCD, #80h
0045 1205AD		75	lcall write_InstLCD;
0048 757303		76	mov NoLocker, #3
004B 12006F		77	lcall UpdatePSW
		78	lkr3:
004E B4020C		79	cjne a, #2, lkr4
0051 757C80		80	mov DataLCD, #80h
0054 1205AD		81	lcall write_InstLCD;
0057 757302		82	mov NoLocker, #2
005A 12006F		83	lcall UpdatePSW
		84	lkr4:
005D B4010C		85	cjne a, #1, eoSerial
0060 757C80		86	mov DataLCD, #80h
0063 1205AD		87	lcall write_InstLCD;
0066 757301		88	mov NoLocker, #1
0069 12006F		89	lcall UpdatePSW
		90	eoSerial:
006C D0E0		91	pop acc
006E 22		92	ret
		93	
		94	
		95	UpdatePSW:
006F 120364		96	lcall BacaPSWFrEEPROM
0072 12037F		97	lcall AcakPSW
0075 1204E0		98	lcall SimpanPSWtoEEPROM
0078 757C80		99	mov DataLCD, #80h
007B 1205AD		100	lcall write_InstLCD
007E 1203E5		101	lcall TampilPSW
0081 22		102	ret
		103	
		104	;*****
		105	;

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		106	; PROGRAM UTAMA
		107	;
		108	;*****
		109	mulai:
0082	D579FD	110	djnz DelayLCD1,\$
0085	D574FA	111	djnz count,mulai ;tunggu
	sistem stabil		
0088	1205C7	112	lcall initLCD
	;inisialisasi LCD		
008B	120606	113	lcall initSerial ;inisialisasi
	serial		
008E	120616	114	lcall initPSW
0091	120676	115	lcall tulis_Intro
	;tampilkan tentang alat		
		116	
		117	ulang:
0094	90075A	118	mov DPTR,#proses
	;tunjukkan tampilan awal		
0097	1206AE	119	lcall tulis_proses
		120	ulang1:
009A	120528	121	lcall Keypad4x4
009D	E576	122	mov A,keydata
009F	B40DF8	123	cjne a,#0dh,ulang1 ;tunggu
	tombol MEN ditekan		
00A2	90077A	124	mov DPTR,#TextMenu00
00A5	1206AE	125	lcall tulis_Proses
	;tampilkan menu pertama		
00A8	757500	126	mov pointerMenu,#0
00AB	1200B0	127	lcall menu0
00AE	80E4	128	sjmp ulang
		129	
		130	;
		131	; Menu0 - pemilihan menu utama
		132	;
		133	;
		134	menu0:
00B0	120528	135	lcall Keypad4x4
00B3	E576	136	mov A,keydata
00B5	B40A01	137	cjne a,#0ah,mn0rsp0
00B8	22	138	ret ;cancel
		139	mn0rsp0:
00B9	B40B05	140	cjne a,#0bh,mn0rsp1 ;enter
00BC	1200F7	141	lcall menu00
00BF	801C	142	sjmp dspmenu0
		143	mn0rsp1:
00C1	B40E04	144	cjne a,#0eh,mn0rsp2
00C4	0575	145	inc pointermenu ;up
00C6	8005	146	sjmp vldmn00
		147	mn0rsp2:
00C8	B40FE5	148	cjne a,#0fh,menu0 ;down
00CB	1575	149	dec pointermenu
		150	vldmn00:
00CD	E575	151	mov a,pointermenu ;pindah
	poinermenu		
00CF	B40305	152	cjne a,#3,vldmn01
00D2	757500	153	mov pointermenu,#0
00D5	8006	154	sjmp dspmenu0
		155	vldmn01:
00D7	B4FF03	156	cjne a,#0ffh,dspmenu0
00DA	757502	157	mov pointermenu,#2 ;item
	terakhir		
		158	
		159	dspmenu0:
00DD	E575	160	mov a,pointermenu

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
00DF	B40005	161	cjne a,#0,opsmn0
00E2	90077A	162	mov DPTR,#TextMenu00 ;
00E5	800B	163	sjmp tulismn0
00E7	B40105	164	opsmn0: cjne a,#1,opsmn1
00EA	90079A	165	mov DPTR,#TextMenu01 ;
00ED	8003	166	sjmp tulismn0
00EF	90081A	167	opsmn1: mov DPTR,#TentangAlat ;tentang
alat			
		168	tulismn0:
00F2	1206AE	169	lcall tulis_Proses
00F5	80B9	170	sjmp menu0
		171	
		172	;-----
		173	; menu00 - menu pertama
		174	;-----
		175	menu00:
00F7	E575	176	mov a,pointermenu
00F9	B4005A	177	cjne a,#0,menu01xy
00FC	757D03	178	mov Ratusan,#3
		179	menu00x:
00FF	90083A	180	mov DPTR,#TextMenu10
0102	1206AE	181	lcall tulis_Proses ;
0105	757CC7	182	mov DataLCD,#0C7h
0108	1205AD	183	lcall write_InstLCD
010B	757C0F	184	mov DataLCD,#0fh
010E	1205AD	185	lcall write_InstLCD
0111	7900	186	mov r1,#0
0113	7872	187	mov r0,#mempsw
		188	
		189	menu001:
0115	120528	190	lcall Keypad4x4
0118	E576	191	mov a,keydata
011A	B4FF02	192	cjne a,#0ffh,ditknMenu001
011D	80F6	193	sjmp menu001 ;tunggu
sampai ditekan tombol			
		194	ditknMenu001:
011F	B40B55	195	cjne a,#0bh,ditknMenu002 ;Enter
0122	757300	196	mov NoLocker,#0
		197	
0125	1203C5	198	lcall BandingkanDigit
0128	6030	199	jz LoginAdminSukses
012A	9007DA	200	mov DPTR,#TextMenu03
012D	1206AE	201	lcall tulis_proses
0130	1205FC	202	lcall LDelayLCD
0133	D57DC9	203	djnz Ratusan,menu00x
0136	C2AC	204	clr es
0138	74FF	205	mov a,#0FFh
013A	F599	206	mov sbuf,a
013C	3099FD	207	jnb ti,\$
013F	C299	208	clr ti
0141	74FF	209	mov a,#0FFh
0143	F599	210	mov sbuf,a
0145	3099FD	211	jnb ti,\$
0148	C299	212	clr ti
014A	74FF	213	mov a,#0FFh
014C	F599	214	mov sbuf,a
014E	3099FD	215	jnb ti,\$

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0151	C299	216	clr ti
		217	
0153	D2AC	218	setb es
0155	22	219	ret
		220	menu01xy:
0156	8050	221	sjmp menu01
		222	menu001x:
0158	80BB	223	sjmp menu001
		224	LoginAdminSukses:
015A	9007FA	225	mov DPTR,#TextMenu04
015D	1206AE	226	lcall tulis_proses
0160	1205FC	227	lcall LDelayLCD
0163	90085A	228	mov DPTR,#TextMenu12
0166	1206AE	229	lcall tulis_Proces
0169	C075	230	push pointermenu
016B	120253	231	lcall Menu00Enter
016E	D075	232	pop pointermenu
0170	757C0C	233	mov DataLCD,#0ch
0173	1205AD	234	lcall write_InstLCD
0176	22	235	ret
		236	ditknMenu002:
0177	B40A07	237	cjne a,#0ah,ditknMenu003 ;cancel,
ulangi lagi			
017A	757C0C	238	mov DataLCD,#0ch
017D	1205AD	239	lcall write_InstLCD
0180	22	240	ret
		241	ditknMenu003:
		242	;catat tombol angka saja
0181	C3	243	clr c ;
0182	C0E0	244	push acc
0184	940A	245	subb a,#0ah
0186	D0E0	246	pop acc
0188	508B	247	jnc menu001 ;abaikan
tombol COR,MEN,up,dwn			
018A	2430	248	add a,#48 ;ubah ke
char			
018C	F6	249	mov @r0,a
018D	757C2A	250	mov DataLCD,#' ';a
0190	1205BA	251	lcall write_dataLCD
0193	09	252	inc r1
0194	18	253	dec r0
0195	B9050A	254	cjne r1,#5,ditknMenu004
0198	7900	255	mov r1,#0
019A	7872	256	mov r0,#mempsw
019C	757CC7	257	mov DataLCD,#0c7h
019F	1205AD	258	lcall write_InstLCD
		259	ditknMenu004:
01A2	12051B	260	lcall tgdilps
01A5	80B1	261	sjmp menu001x
01A7	22	262	ret
		263	;
01A8	B40153	264	menu01: cjne a,#01,menu02xy ;
01AB	757D03	265	mov Ratusan,#3 ;count
or error PSW			
		266	menu01x:
01AE	9007BA	267	mov DPTR,#TextMenu02 ;entry
password user			
01B1	1206AE	268	lcall tulis_Proces
01B4	757C8C	269	mov DataLCD,#8Ch
01B7	1205AD	270	lcall write_InstLCD

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
01BA	757C0F	271	mov DataLCD,#0fh
01BD	1205AD	272	lcall write_InstLCD
		273	
		274	;mov NoLocker,#1 ;no
locker default			
01C0	7900	275	mov r1,#0 ;counter
password+			
		276	;mov r0,#mempsw
		277	menu011:
01C2	120528	278	lcall Keypad4x4
01C5	E576	279	mov a,keydata
01C7	B4FF02	280	cjne a,#0ffh,ditknMenu01
01CA	80F6	281	sjmp menu011 ;tunggu
sampai ditekan tombol			
		282	ditknMenu01:
01CC	B40B33	283	cjne a,#0bh,ditknMenu011 ;Enter
01CF	1203C5	284	lcall BandingkanDigit
01D2	6010	285	jz LoginUserOK
01D4	9007DA	286	mov DPTR,#TextMenu03
01D7	1206AE	287	lcall tulis_proses
01DA	1205FC	288	lcall LDelayLCD
01DD	D57DCE	289	djnz Ratusan,menu01x
01E0	74FF	290	mov a,#0FFh
01E2	800E	291	sjmp krmuser
		292	LoginUserOK:
01E4	9007FA	293	mov DPTR,#TextMenu04
01E7	1206AE	294	lcall tulis_proses
01EA	1205FC	295	lcall LDelayLCD
01ED	120355	296	lcall KonvertNoLocker
01F0	44F0	297	orl a,#0F0h
		298	krmuser:
01F2	C2AC	299	clr es
01F4	F599	300	mov sbuf,a
01F6	3099FD	301	jnb ti,\$
01F9	C299	302	clr ti
01FB	D2AC	303	setb es
01FD	22	304	ret
		305	menu02xy:
01FE	804F	306	sjmp menu02
		307	menu011x:
0200	80C0	308	sjmp menu011
		309	ditknMenu011:
0202	B40A07	310	cjne a,#0ah,ditknMenu012 ;cancel,
ulangi lagi			
0205	757C0C	311	mov DataLCD,#0ch
0208	1205AD	312	lcall write_InstLCD
020B	22	313	ret
		314	ditknMenu012:
		315	;catat tombol angka saja
020C	C3	316	clr c ;
020D	C0E0	317	push acc
020F	940A	318	subb a,#0ah
0211	D0E0	319	pop acc
0213	50AD	320	jnc menu011 ;abaikan
tombol COR,MEN,up,dwn			
0215	09	321	inc r1
0216	2430	322	add a,#48 ;ubah ke
char			
0218	B9011A	323	cjne r1,#1,kdpsw
021B	F57C	324	mov DataLCD,a
021D	1205BA	325	lcall write_dataLCD

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0220	757CCA	326	mov DataLCD,#0CAh
0223	1205AD	327	lcall write_InstLCD
		328	
0226	C3	329	clr c
0227	9430	330	subb a,#48
0229	F573	331	mov NoLocker,a ;simpan
nomor locker		332	
		333	
022B	757CCA	334	;lcall TampilPSW
022E	1205AD	335	mov DataLCD,#0cah
		336	lcall write_InstLCD
		337	;mov DataLCD,#0fh
		338	;lcall write_InstLCD
0231	7872	339	
0233	8015	340	mov r0,#mempsw
		341	sjmp kdpsw1
0235	F6	342	kdpsw: mov @r0,a ;simpan
ke buffer			
0236	18	343	dec r0
0237	757C2A	344	mov DataLCD,#'';a
023A	1205BA	345	lcall write_DataLCD
023D	B9060A	346	cjne r1,#6,kdpsw1
0240	7900	347	mov r1,#0
0242	7872	348	mov r0,#mempsw
0244	757C8C	349	mov DataLCD,#8ch
0247	1205AD	350	lcall write_InstLCD
		351	
024A	12051B	352	kdpsw1: lcall tgdlps
024D	80B1	353	sjmp menu01lx
		354	
		355	;-----
024F	120676	356	menu02: lcall tulis_Intro
;tampilkan tentang alat			
0252	22	357	ret
		358	
		359	;**-----
		360	Menu00Enter:
0253	120528	361	lcall Keypad4x4
0256	E576	362	mov A,keydata
0258	B40A01	363	cjne a,#0ah,Menu00Enter1
025B	22	364	ret ;cancel
		365	
025C	B40B07	366	Menu00Enter1: cjne a,#0bh,Menu00Enter2 ;enter
025F	E575	367	mov a,pointermenu
0261	120297	368	lcall MenuAdmin
0264	801C	369	sjmp dspmenu0E
		370	
0266	B40E04	371	Menu00Enter2: cjne a,#0eh,Menu00Enter3
0269	0575	372	inc pointermenu ;up
026B	8005	373	sjmp vldmn00E
		374	
026D	B40FE3	375	Menu00Enter3: cjne a,#0fh,Menu00Enter ;down
0270	1575	376	dec pointermenu
		377	
0272	E575	378	vldmn00E: mov a,pointermenu ;pindah
poinermenu			
0274	B40205	379	cjne a,#2,vldmn01E
0277	757500	380	mov pointermenu,#0

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
027A	8006	381	sjmp dspmenu0E
		382	vldmn01E:
027C	B4FF03	383	cjne a,#0ffh,dspmenu0E
027F	757501	384	mov pointermenu,#1 ;item
terakhir		385	
		386	dspmenu0E:
0282	E575	387	mov a,pointermenu
0284	B40005	388	cjne a,#0,opsmn0E
0287	90085A	389	mov DPTR,#TextMenu12 ;
028A	8003	390	sjmp tulismn0E
		391	opsmn0E:
028C	90087A	392	mov DPTR,#TextMenu13 ;
		393	tulismn0E:
028F	1206AE	394	lcall tulis_Proses
0292	12051B	395	lcall tgdilps
0295	80BC	396	sjmp Menu00Enter
		397	
		398	;****-----
		399	MenuAdmin:
0297	E575	400	mov a,pointermenu
0299	B40016	401	cjne a,#0,AdminPsw
029C	90089A	402	mov DPTR,#TextMenu14
029F	1206AE	403	lcall tulis_proses
02A2	757CCE	404	mov DataLCD,#0ceh
02A5	1205AD	405	lcall write_InstLCD
02A8	757C0F	406	mov DataLCD,#0fh
02AB	1205AD	407	lcall write_InstLCD
02AE	1202E6	408	lcall AdminBukaTtp
02B1	22	409	ret
		410	
		411	AdminPsw:
02B2	9008BA	412	mov DPTR,#TextMenu15
02B5	1206AE	413	lcall tulis_proses
02B8	757CC8	414	mov DataLCD,#0c8h
02BB	1205AD	415	lcall write_InstLCD
02BE	757C0F	416	mov DataLCD,#0fh
02C1	1205AD	417	lcall write_InstLCD
		418	;tampilkan password admin here
		419	
02C4	900000	420	mov DPTR,#0000h
02C7	7872	421	mov r0,#mempsw
02C9	75960A	422	mov 96h,#0ah
		423	bc:
02CC	E0	424	movx a,@DPTR
02CD	F57C	425	mov DataLCD,a
02CF	1205BA	426	lcall write_DataLCD
02D2	A3	427	inc DPTR
02D3	18	428	dec r0
02D4	B86DF5	429	cjne r0,#mempsw-5,bc
02D7	759602	430	mov 96h,#02h ;disable
02DA	757CC8	431	mov DataLCD,#0c8h
02DD	1205AD	432	lcall write_InstLCD
		433	
02E0	7872	434	mov r0,#mempsw ;address buffer
02E2	120320	435	lcall AdminGantiPsw

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
02E5	22	436	ret
		437	
		438	;****-----
		439	AdminBukaTtp:
02E6	120528	440	lcall Keypad4x4
02E9	E576	441	mov A,keydata
02EB	B40A01	442	cjne a,#0ah,AdminBukaTtp1
02EE	22	443	ret ;cancel
		444	AdminBukaTtp1:
02EF	B40B11	445	cjne a,#0bh,AdminBukaTtp2 ;enter
02F2	120355	446	lcall KonvertNoLocker
02F5	44F0	447	orl a,#0F0h
02F7	C2AC	448	clr es
02F9	F599	449	mov sbuf,a
02FB	3099FD	450	jnb ti,\$
02FE	C299	451	clr ti
0300	D2AC	452	setb es
0302	22	453	ret
		454	
		455	AdminBukaTtp2:
		456	;masukan angka
0303	C3	457	clr c ;
0304	C0E0	458	push acc
0306	940A	459	subb a,#0ah
0308	D0E0	460	pop acc
030A	50DA	461	jnc AdminBukaTtp
030C	F573	462	mov NoLocker,a
			;simpan no locker
030E	2430	463	add a,#48
0310	F57C	464	mov DataLCD,a
0312	1205BA	465	lcall write_DataLCD
0315	757CCE	466	mov DataLCD,#0ceh
0318	1205AD	467	lcall write_InstLCD
031B	12051B	468	lcall tgdilps
031E	80C6	469	sjmp AdminBukaTtp
		470	
		471	;****-----
		472	AdminGantiPsw:
0320	120528	473	lcall Keypad4x4
0323	E576	474	mov a,keydata
0325	B40A01	475	cjne a,#0ah,AdminGantiPsw1
0328	22	476	ret ;cancel
		477	
		478	AdminGantiPsw1:
0329	B40B07	479	cjne a,#0bh,AdminGantiPsw2 ;enter
		480	;simpan ke EEPROM
032C	757300	481	mov NoLocker,#0 ;nomor
			locker
032F	1204E0	482	lcall SimpanPSWtoEEPROM
0332	22	483	ret
		484	AdminGantiPsw2:
0333	C3	485	clr c ;
0334	C0E0	486	push acc
0336	940A	487	subb a,#0ah
0338	D0E0	488	pop acc
033A	50E4	489	jnc AdminGantiPsw ;abaikan
tombol	COR,MEN,up,dwn		
033C	2430	490	add a,#48 ;ubah ke
			char

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
033E	F6	491	mov @r0,a ;simpan
psw ke buffer			
033F	F57C	492	mov DataLCD,a
0341	1205BA	493	lcall write_dataLCD
0344	18	494	dec r0
0345	B86D08	495	cjne r0,#mempsw-5,AdminGantiPsw3
0348	7872	496	mov r0,#mempsw
034A	757CC8	497	mov DataLCD,#0C8h
034D	1205AD	498	lcall write_InstLCD
		499	AdminGantiPsw3:
0350	12051B	500	lcall tgdilps
0353	80CB	501	sjmp AdminGantiPsw
		502	
		503	
		504	;-----
		505	KonvertNoLocker:
0355	8573F0	505	mov b,NoLocker
0358	85F079	506	mov delayLCD1,b ;ambil
no locker			
035B	D3	507	setb c
035C	7400	508	mov a,#0
		509	adm:
035E	33	510	rlc a
035F	C3	511	clr c
0360	D579FB	512	djnz delayLCD1,adm
0363	22	513	ret
		514	
		515	
		516	;-----
		517	BacaPSWFrEEPROM:
0364	E573	517	mov a,NoLocker
0366	75F005	518	mov b,#5
0369	A4	519	mul ab
036A	758300	520	mov DPH,#00h
036D	F582	521	mov DPL,a
036F	75960A	522	mov 96h,#0ah
0372	7872	523	mov r0,#mempsw
		524	BacaPSWFrEEPROM1:
0374	E0	525	movx a,@DPTR
0375	C3	526	clr c
0376	9430	527	subb a,#48
0378	F6	528	mov @r0,a
0379	18	529	dec r0
037A	A3	530	inc DPTR
037B	B86DF6	531	cjne r0,#mempsw-5,BacaPSWFrEEPROM1
037E	22	532	ret
		533	
		534	
		535	;-----
		536	AcakPSW:
037F	7400	536	mov a,#0
0381	7872	537	mov r0,#mempsw
0383	796D	538	mov r1,#mempsw-5
		539	AcakPSW1:
0385	26	540	add a,@r0
0386	18	541	dec r0
0387	B86DFB	542	cjne r0,#mempsw-5,AcakPSW1
038A	F57C	543	mov DataLCD,a ;save
sum			
038C	75F007	544	mov b,#7
038F	84	545	div ab

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0390	A7F0	546	mov @r1,b ;PSW1'
0392	19	547	dec r1
0393	F7	548	mov @r1,a ;PSW2'
0394	19	549	dec r1
		550	
0395	E57C	551	mov a,DataLCD
0397	7872	552	mov r0,#mempsw
0399	86F0	553	mov b,@r0
039B	18	554	dec r0
039C	C3	555	clr c
039D	95F0	556	subb a,b
039F	F57C	557	mov DataLCD,a
03A1	75F005	558	mov b,#5
03A4	84	559	div ab
03A5	A7F0	560	mov @r1,b ;PSW3'
03A7	19	561	dec r1
03A8	F7	562	mov @r1,a ;PSW4'
03A9	19	563	dec r1
03AA	E57C	564	mov a,DataLCD
03AC	86F0	565	mov b,@r0
03AE	C3	566	clr c
03AF	95F0	567	subb a,b
03B1	75F006	568	mov b,#6
03B4	84	569	div ab
03B5	A7F0	570	mov @r1,b ;PSW5'
		571	
03B7	7872	572	mov r0,#mempsw
03B9	796D	573	mov r1,#mempsw-5
		574	pindahNewPSW1:
03BB	E7	575	mov a,@r1
03BC	2430	576	add a,#48
03BE	F6	577	mov @r0,a
03BF	18	578	dec r0
03C0	19	579	dec r1
03C1	B86DF7	580	cjne r0,#mempsw-5,pindahNewPSW1
03C4	22	581	ret
		582	
		583	BandingkanDigit:
		584	;-----
03C5	E573	585	mov a,NoLocker
03C7	75F005	586	mov b,#5
03CA	A4	587	mul ab
03CB	758300	588	mov DPH,#00h
03CE	F582	589	mov DPL,a
03D0	75960A	590	mov 96h,#0ah
03D3	7872	591	mov r0,#mempsw
		592	BandingkanDigit1:
03D5	E0	593	movx a,@DPTR
03D6	C3	594	clr c
03D7	96	595	subb a,@r0
03D8	7008	596	jnz eoBandingkanDigit1
03DA	18	597	dec r0
03DB	A3	598	inc DPTR
03DC	B86DF6	599	cjne r0,#mempsw-5,BandingkanDigit1
03DF	7400	600	mov a,#0h

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
03E1	22	601	ret
		602	
		603	eoBandingkanDigit1:
03E2	74FF	604	mov a,#0ffh
03E4	22	605	ret
		606	
		607	;-----
		608	TampilPSW:
03E5	E573	609	mov a,NoLocker
03E7	75F005	610	mov b,#5
03EA	A4	611	mul ab
03EB	758300	612	mov DPH,#00h
03EE	F582	613	mov DPL,a
03F0	75960A	614	mov 96h,#0ah
03F3	7872	615	mov r0,#mempsw
03F5	1204BA	616	lcall InitPrn
03F8	1205FC	617	lcall LdelayLCD
03FB	75800D	618	mov P0,#13
03FE	1204D0	619	lcall strobe
0401	75800A	620	mov P0,#10
0404	1204D0	621	lcall strobe
0407	75800D	622	mov P0,#13
040A	1204D0	623	lcall strobe
040D	75800A	624	mov P0,#10
0410	75800D	625	mov P0,#13
0413	1204D0	626	lcall strobe
0416	75800A	627	mov P0,#10
0419	1204D0	628	lcall strobe
041C	75800D	629	mov P0,#13
041F	1204D0	630	lcall strobe
0422	75800A	631	mov P0,#10
0425	1204D0	632	lcall strobe
0428	75800D	633	mov P0,#13
042B	1204D0	634	lcall strobe
042E	75800A	635	mov P0,#10
0431	1204D0	636	lcall strobe
		637	
		638	TampilPSW1:
0434	E0	639	movx a,@DPTR
0435	F57C	640	mov DataLCD,a
0437	1205BA	641	lcall write_DataLCD
043A	F580	642	mov P0,a
043C	1204D0	643	lcall strobe
043F	18	644	dec r0
0440	A3	645	inc DPTR
0441	B86DF0	646	cjne r0,#mempsw-5,TampilPSW1
0444	75800D	647	mov P0,#13
0447	1204D0	648	lcall strobe
044A	75800A	649	mov P0,#10
044D	1204D0	650	lcall strobe
0450	75800D	651	mov P0,#13
0453	1204D0	652	lcall strobe
0456	75800A	653	mov P0,#10
0459	1204D0	654	lcall strobe
045C	75800D	655	mov P0,#13

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
045F	1204D0	656	lcall strobe
0462	75800A	657	mov P0,#10
		658	
0465	75800D	659	mov P0,#13
0468	1204D0	660	lcall strobe
046B	75800A	661	mov P0,#10
046E	1204D0	662	lcall strobe
0471	75800D	663	mov P0,#13
0474	1204D0	664	lcall strobe
0477	75800A	665	mov P0,#10
047A	1204D0	666	lcall strobe
047D	75800D	667	mov P0,#13
0480	1204D0	668	lcall strobe
0483	75800A	669	mov P0,#10
0486	1204D0	670	lcall strobe
0489	75800C	671	mov P0,#12
048C	1204D0	672	lcall strobe
048F	75800D	673	mov P0,#13
0492	1204D0	674	lcall strobe
0495	75800A	675	mov P0,#10
0498	1204D0	676	lcall strobe
049B	75800D	677	mov P0,#13
049E	1204D0	678	lcall strobe
04A1	75800A	679	mov P0,#10
04A4	1204D0	680	lcall strobe
04A7	75800D	681	mov P0,#13
04AA	1204D0	682	lcall strobe
04AD	75800A	683	mov P0,#10
04B0	1204D0	684	lcall strobe
04B3	75800C	685	mov P0,#12
04B6	1204D0	686	lcall strobe
		687	
04B9	22	688	ret
		689	
		690	InitPrn:
04BA	C2B5	691	clr P3.5 ;select prn
04BC	D2B3	692	setb P3.3 ;autofeed
04BE	D2B2	693	setb P3.2 ;strobe
04C0	D2B4	694	setb P3.4 ;init hi
04C2	1205F2	695	lcall delayLCD
04C5	C2B4	696	clr P3.4 ;init low
04C7	1205F2	697	lcall delayLCD
04CA	1205F2	698	lcall delayLCD
04CD	D2B4	699	setb P3.4 ;init low
		700	
04CF	22	701	ret
		702	
		703	strobe:
04D0	D2B2	703	setb P3.2
04D2	C2B2	704	clr P3.2
04D4	1205F2	705	lcall delayLCD
04D7	1205F2	706	lcall delayLCD
04DA	1205F2	707	lcall delayLCD
04DD	D2B2	708	setb P3.2
04DF	22	709	ret
		710	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		711	;-----
		712	; menyimpan password yg ada dlm buffer ke EEPROM
		713	SimpanPSWtoEEPROM:
04E0	75961A	714	mov 96h,#1ah ;write
enable			
04E3	E573	715	mov a,nolocker ;nomor
locker			
04E5	75F005	716	mov b,#5
04E8	A4	717	mul ab
04E9	758300	718	mov DPH,#00h
04EC	F582	719	mov DPL,a
04EE	7872	720	mov r0,#mempsw
		721	simpanPsw:
04F0	E6	722	mov a,@r0
04F1	F0	723	movx @DPTR,a
		724	EEPROMBz: ;tunggu
04F2	E596	725	mov a,96h
04F4	5402	726	anl a,#2
04F6	B402F9	727	cjne a,#2,EEPROMBz
04F9	A3	728	inc DPTR
04FA	18	729	dec r0
04FB	B86DF2	730	cjne r0,#mempsw-5,simpanPsw
04FE	759602	731	mov 96h,#02h ;disable
0501	22	732	ret
		733	
		734	; Byte2Digit - mengubah 1 byte data menjadi 3
digit angka msg2		735	; menunjukan ratusan, puluhan dan
satuan dalam desimal.		736	; input: a
		737	; destroy: b
		738	; output: Ratusan,Puluhan,Satuan (variabel)
		739	
		740	Byte2Digit:
0502	75F064	741	mov b,#100
0505	84	742	div ab
0506	2430	743	add a,#48 ;ubah ke char
LCD			
0508	F57D	744	mov Ratusan,a
050A	E5F0	745	mov a,b
050C	75F00A	746	mov b,#10
050F	84	747	div ab
0510	2430	748	add a,#48
0512	F57E	749	mov Puluhan,a
0514	E5F0	750	mov a,b
0516	2430	751	add a,#48
0518	F57F	752	mov Satuan,a
051A	22	753	ret
		754	
		755	;-----
		756	; tgdilpps - menunggu sampai tombol dilepas
		757	;-----
		758	tgdilps:
051B	3090FD	759	jnb baris1,\$
051E	3091FD	760	jnb baris2,\$
0521	3092FD	761	jnb baris3,\$
0524	3093FD	762	jnb baris4,\$
0527	22	763	ret
		764	
		765	;-----

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		766	; Keypad4x4 - membaca data keypad 4x4
		767	; output: keydata (0-9, CAN=0Ah, ENT=0Bh,
		768	; COR=0Ch, MEN=0Dh, up=0Eh, dwn=0Fh)
		769	;-----
		770	Keypad4x4:
0528	7590FF	771	mov keyport, #0FFh
052B	C294	772	clr kolom1 ; kolom1
052D	209004	773	ull: jb baris1, key1
0530	757601	774	mov keydata, #1
0533	22	775	ret
0534	209104	776	key1: jb baris2, key2
0537	757604	777	mov keydata, #4
053A	22	778	ret
053B	209204	779	key2: jb baris3, key3
053E	757607	780	mov keydata, #7
0541	22	781	ret
0542	209304	782	key3: jb baris4, key4
0545	75760A	783	mov keydata, #0ah ; cancel
0548	22	784	ret
0549	D294	785	key4: setb kolom1
054B	C295	786	clr kolom2 ; cek kolom 2
054D	209004	787	jb baris1, key5
0550	757602	788	mov keydata, #2
0553	22	789	ret
0554	209104	790	key5: jb baris2, key6
0557	757605	791	mov keydata, #5
055A	22	792	ret
055B	209204	793	key6: jb baris3, key7
055E	757608	794	mov keydata, #8
0561	22	795	ret
0562	209304	796	key7: jb baris4, key8
0565	757600	797	mov keydata, #0
0568	22	798	ret
0569	D295	799	key8: setb kolom2
056B	C296	800	clr kolom3 ; cek kolom 3
056D	209004	801	jb baris1, key9
0570	757603	802	mov keydata, #3
0573	22	803	ret
0574	209104	804	key9: jb baris2, key10
0577	757606	805	mov keydata, #6
057A	22	806	ret
057B	209204	807	key10: jb baris3, key11
057E	757609	808	mov keydata, #9
0581	22	809	ret
0582	209304	810	key11: jb baris4, key12
0585	75760B	811	mov keydata, #0bh ; enter
0588	22	812	ret
0589	D296	813	key12: setb kolom3
058B	C297	814	clr kolom4 ; cek kolom 4
058D	209004	815	jb baris1, key13
0590	75760C	816	mov keydata, #0ch ; cor
0593	22	817	ret
0594	209104	818	key13: jb baris2, key14
0597	75760D	819	mov keydata, #0dh ; menu
059A	22	820	ret

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
059B	209204	821	key14: jb baris3,key15
059E	75760E	822	mov keydata,#0eh ;up
05A1	22	823	ret
05A2	209304	824	key15: jb baris4,key16
05A5	75760F	825	mov keydata,#0fh ;down
05A8	22	826	ret
		827	
05A9	7576FF	828	key16: mov keydata,#0FFh ;tdk ada tombol
ditekan			
05AC	22	829	ret
		830	
		831	;
		832	; write_instLCD - menulis instruksi ke LCD
		833	; input: DataLCD
		834	;
		835	write_instLCD:
05AD	C2B6	836	clr LCD_RS ;untuk
menuliskan			
05AF	857CA0	837	mov PortDataLCD,DataLCD
;intruksi ke LCD			
05B2	D2B7	838	setb LCD_E ;
05B4	C2B7	839	clr LCD_E
05B6	1205F2	840	lcall delayLCD
05B9	22	841	ret
		842	
		843	;
		844	;write_dataLCD - menulis karakter ke LCD
		845	;input: DataLCD
		846	;
		847	write_dataLCD:
05BA	D2B6	848	setb LCD_RS ;untuk
menuliskan			
05BC	857CA0	849	mov PortDataLCD,DataLCD ;data ke
LCD			
05BF	D2B7	850	setb LCD_E ;
05C1	C2B7	851	clr LCD_E
05C3	1205F2	852	lcall delayLCD
05C6	22	853	ret
		854	
		855	;
		856	; InitLCD - menginisialisasi LCD M-1632
		857	;
		858	initLCD:
05C7	757900	859	mov DelayLCD1,#0
		860	
05CA	757C3F	861	mov DataLCD,#03Fh ;interface 8
bit:1(d1)F			
05CD	1205AD	862	lcall write_instLCD
05D0	1205AD	863	lcall write_instLCD
05D3	757C0D	864	mov DataLCD,#0Dh ;Display on/off:
ldcb			
05D6	1205AD	865	lcall write_instLCD
05D9	757C06	866	mov DataLCD,#06h ;entry:01(i/d)s
05DC	1205AD	867	lcall write_instLCD
05DF	757C01	868	mov DataLCD,#01h ;disply clear
05E2	1205AD	869	lcall write_instLCD
05E5	757C0C	870	mov DataLCD,#0Ch ;Display on/off:
ldcb			
05E8	1205AD	871	lcall write_instLCD
05EB	757C10	872	mov DataLCD,#10h ;not shift: 1
(s/c) (r/l)00			
05EE	1205AD	873	lcall write_instLCD
05F1	22	874	ret
		875	

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		876	;-----
		877	delayLCD:
		878	;mov DelayLCD1,#0
		879	delayLCDx:
05F2 757828		880	mov DelayLCD2,#40
05F5 D578FD		881	djnz DelayLCD2,\$
05F8 D579F7		882	djnz DelayLCD1,delayLCDx
05FB 22		883	ret
		884	
		885	;-----
05FC 757750		886	LdelayLCD: mov DelayLCD3,#50h
05FF 1205F2		887	LdLCD1: lcall delayLCD
0602 D577FA		888	djnz DelayLCD3,LdLCD1
0605 22		889	ret
		890	
		891	
			;-----
serial		892	; InitSerial - menginisialisasi komunikasi
		893	; baudrate 9600 bps
		894	
			;-----
		895	InitSerial:
0606 758920		896	mov tmod,#20h ; mode timer 1 =
8 bit auto reload			
0609 758DFD		897	mov th1,#0fdh ; isi timer 1
dengan FD h (baud rate)			
060C D28E		898	setb tr1 ; start timer 1
060E 759850		899	mov scon,#50h ; mode 1
0611 D2AF		900	setb ea ; enable
interrupt			
0613 D2AC		901	setb es ; enable serial
interrupt			
		902	
0615 22		903	ret
		904	
		905	;-----
		906	InitPSW:
0616 7582FF		907	mov DPL,#0FFh
0619 758307		908	mov DPH,#07h
061C 75960A		909	mov 96h,#0ah ;read
eanble			
061F E0		910	movx a,@DPTR
0620 B4FF52		911	cjne a,#0FFh,eoInitPSW
0623 75961A		912	mov 96h,#1ah ;write
enable			
0626 7401		913	mov a,#1
0628 F0		914	movx @DPTR,a
		915	EEPROMBz1: ;tunggu
0629 E596		916	mov a,96h
062B 5402		917	anl a,#2
062D B402F9		918	cjne a,#2,EEPROMBz1
0630 759602		919	mov 96h,#02h ;disable
		920	
0633 7872		921	mov r0,#mempsw
		922	InitPSW0:
0635 7630		923	mov @r0,#48
0637 18		924	dec r0
0638 B86DFA		925	cjne r0,#mempsw-5,InitPSW0
063B 757300		926	mov noLocker,#0
063E 1204E0		927	lcall SimpanPSWtoEEPROM ;init
psw admin			
0641 7872		928	mov r0,#mempsw
		929	InitPSW1:
0643 7631		930	mov @r0,#49

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0645	18	931	dec r0
0646	B86DFA	932	cjne r0,#mempsw-5,InitPSW1
0649	0573	933	inc noLocker
064B	1204E0	934	lcall SimpanPSWToEEPROM ; init
psw 1...			
064E	7872	935	mov r0,#mempsw
		936	InitPSW2:
0650	7632	937	mov @r0,#50
0652	18	938	dec r0
0653	B86DFA	939	cjne r0,#mempsw-5,InitPSW2
0656	0573	940	inc noLocker
0658	1204E0	941	lcall SimpanPSWToEEPROM
065B	7872	942	mov r0,#mempsw
		943	InitPSW3:
065D	7633	944	mov @r0,#51
065F	18	945	dec r0
0660	B86DFA	946	cjne r0,#mempsw-5,InitPSW3
0663	0573	947	inc noLocker
0665	1204E0	948	lcall SimpanPSWToEEPROM
0668	7872	949	mov r0,#mempsw
		950	InitPSW4:
066A	7634	951	mov @r0,#52
066C	18	952	dec r0
066D	B86DFA	953	cjne r0,#mempsw-5,InitPSW4
0670	0573	954	inc noLocker
0672	1204E0	955	lcall SimpanPSWToEEPROM
		956	eoInitPSW:
0675	22	957	ret
		958	;-----
		959	tulis_Intro:
0676	757900	960	mov DelayLCD1,#0 ;delay
antar char			
		961	
0679	757B04	962	mov CounterLCD,#4 ;4x
tampil			
067C	9006DA	963	mov DPTR,#Intro
067F	757A10	964	barisa: mov CounterCharLCD,#16
0682	757C80	965	mov DataLCD,#80h
0685	1205AD	966	lcall write_instLCD
0688	E4	967	tulis1: clr A
0689	93	968	movc A,@A+DPTR
068A	F57C	969	mov DataLCD,A
068C	A3	970	inc DPTR
068D	1205BA	971	lcall write_dataLCD
0690	D57AF5	972	djnz CounterCharLCD,Tulis1
		973	;
0693	757A10	974	barisb: mov CounterCharLCD,#16
0696	757CC0	975	mov DataLCD,#0C0h
0699	1205AD	976	lcall write_instLCD
069C	E4	977	tulis2: clr A
069D	93	978	movc A,@A+DPTR
069E	F57C	979	mov DataLCD,A
06A0	A3	980	inc DPTR
06A1	1205BA	981	lcall write_dataLCD
06A4	D57AF5	982	djnz CounterCharLCD,Tulis2
06A7	1205FC	983	lcall ldelayLCD
06AA	D57BD2	984	djnz CounterLCD,barisa
		985	eoTulis_Intro:

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
06AD	22	986	ret
		987	
		988	;-----
		989	tulis_Proses:
		990	;mov DPTR,#Proses
06AE	757900	991	mov DelayLCD1,#0
		992	barisa_Proses:
06B1	757A10	993	mov CounterCharLCD,#16
		994	
06B4	757C80	995	mov DataLCD,#80h
06B7	1205AD	996	lcall write_instLCD
		997	tulis1_proses:
06BA	E4	998	clr A
06BB	93	999	movc A,@A+DPTR
06BC	F57C	1000	mov DataLCD,A
06BE	A3	1001	inc DPTR
06BF	1205BA	1002	lcall write_dataLCD
06C2	D57AF5	1003	djnz CounterCharLCD,Tulis1_proses
		1004	;
		1005	barisb_proses:
06C5	757A10	1006	mov CounterCharLCD,#16
06C8	757CC0	1007	mov DataLCD,#0C0h
06CB	1205AD	1008	lcall write_instLCD
		1009	tulis2_proses:
06CE	E4	1010	clr A
06CF	93	1011	movc A,@A+DPTR
06D0	F57C	1012	mov DataLCD,A
06D2	A3	1013	inc DPTR
06D3	1205BA	1014	lcall write_dataLCD
06D6	D57AF5	1015	djnz CounterCharLCD,Tulis2_proses
06D9	22	1016	ret
		1017	
		1018	;-----
		1019	; Tabel display
		1020	;-----
		1021	
		1022	Intro:
06DA	53495354	1023	db 'SISTEM PENGUNCI ' ;1
06DE	454D2050		
06E2	454E4755		
06E6	4E434920		
06EA	4C4F434B	1024	db 'LOCKER OTOMATIS ' ;2
06EE	4552204F		
06F2	544F4D41		
06F6	54495320		
06FA	20444720	1025	db ' DG MENGGUNAKAN ' ;3
06FE	4D454E47		
0702	47554E41		
0706	4B414E20		
070A	20504153	1026	db ' PASSWORD DIACAK' ;4
070E	53574F52		
0712	44204449		
0716	4143414B		
071A	2020204F	1027	db ' Oleh: AGUS ' ;5
071E	6C65683A		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0722	20414755		
0726	53202020		
072A	2054656B	1028	db ' Teknik Elektro ' ;6
072E	6E696B20		
0732	456C656B		
0736	74726F20		
073A	20202049	1029	db ' ITN MALANG ' ;7
073E	544E204D		
0742	414C414E		
0746	47202020		
074A	20204A61	1030	db ' Januari 2006 ' ;8
074E	6E756172		
0752	69203230		
0756	30362020		
		1031	Proses:
075A	54656B61	1032	db 'Tekan tombol MEN'
075E	6E20746F		
0762	6D626F6C		
0766	204D454E		
076A	2064616E	1033	db ' dan pilih menu '
076E	2070696C		
0772	6968206D		
0776	656E7520		
		1034	TextMenu00:
077A	2041646D	1035	db ' Administrator '
077E	696E6973		
0782	74726174		
0786	6F722020		
078A	20202020	1036	db ' ' ;
078E	20202020		
0792	20202020		
0796	20202020		
		1037	
		1038	TextMenu01:
079A	4D656D62	1039	db 'Membuka locker '
079E	756B6120		
07A2	6C6F636B		
07A6	65722020		
07AA	70656D61	1040	db 'pemakai tertentu'
07AE	6B616920		
07B2	74657274		
07B6	656E7475		
		1041	TextMenu02:
07BA	4E6F2E20	1042	db 'No. Locker: x '
07BE	4C6F636B		
07C2	65723A20		
07C6	78202020		
07CA	50617373	1043	db 'Password: _____ '
07CE	776F7264		
07D2	3A205F5F		
07D6	5F5F5F20		
		1044	
		1045	TextMenu03:
07DA	50617373	1046	db 'Password SALAH !'
07DE	776F7264		

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
07E2	2053414C		
07E6	41482021		
07EA	286D6178	1047	db '(max 3x) '
07EE	20337829		
07F2	20202020		
07F6	20202020		
		1048	TextMenu04:
07FA	50617373	1049	db 'Password BENAR !'
07FE	776F7264		
0802	2042454E		
0806	41522021		
080A	616B7365	1050	db 'akses diterima '
080E	73206469		
0812	74657269		
0816	6D612020		
		1051	
		1052	TentangAlat:
081A	20205465	1053	db ' Tentang alat '
081E	6E74616E		
0822	6720616C		
0826	61742020		
082A	20202020	1054	db ' '
082E	20202020		
0832	20202020		
0836	20202020		
		1055	
		1056	TextMenu10:
083A	4D617375	1057	db 'Masukan password'
083E	6B616E20		
0842	70617373		
0846	776F7264		
084A	41646D69	1058	db 'Admin: _____ ' ;ca...
084E	6E3A205F		
0852	5F5F5F5F		
0856	20202020		
		1059	
		1060	TextMenu12:
085A	4D656D62	1061	db 'Membuka/ menutup'
085E	756B612F		
0862	206D656E		
0866	75747570		
086A	6C6F636B	1062	db 'locker tertentu '
086E	65722074		
0872	65727465		
0876	6E747520		
		1063	TextMenu13:
087A	2047616E	1064	db ' Ganti password '
087E	74692070		
0882	61737377		
0886	6F726420		
088A	2061646D	1065	db ' administrator '
088E	696E6973		
0892	74726174		
0896	6F722020		
		1066	TextMenu14:

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
089A	4D656D62	1067	db 'Membuka/ menutup'
089E	756B612F		
08A2	206D656E		
08A6	75747570		
08AA	6C6F636B	1068	db 'locker,Nomor: x '
08AE	65722C4E		
08B2	6F6D6F72		
08B6	3A207820		
		1069	TextMenu15:
08BA	2047616E	1070	db ' Ganti password '
08BE	74692070		
08C2	61737377		
08C6	6F726420		
08CA	2061646D	1071	db ' admin: _____ '
08CE	696E3A20		
08D2	5F5F5F5F		
08D6	5F202020		
		1072	
		1073	end

SYMBOL TABLE LISTING

N A M E	T Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
ACAKPSW.	C ADDR	037FH	A
ACAKPSW1	C ADDR	0385H	A
ACC.	D ADDR	00E0H	A
ADM.	C ADDR	035EH	A
ADMINBUKATTP	C ADDR	02E6H	A
ADMINBUKATTP1. . . .	C ADDR	02EFH	A
ADMINBUKATTP2. . . .	C ADDR	0303H	A
ADMINGANTIPSW. . . .	C ADDR	0320H	A
ADMINGANTIPSW1	C ADDR	0329H	A
ADMINGANTIPSW2	C ADDR	0333H	A
ADMINGANTIPSW3	C ADDR	0350H	A
ADMINPSW	C ADDR	02B2H	A
B.	D ADDR	00F0H	A
BACAPSWFREEPROM. . .	C ADDR	0364H	A
BACAPSWFREEPROM1 . .	C ADDR	0374H	A
BANDINGKANDIGIT. . .	C ADDR	03C5H	A
BANDINGKANDIGIT1 . .	C ADDR	03D5H	A
BARIS1	B ADDR	0090H.0	A
BARIS2	B ADDR	0090H.1	A
BARIS3	B ADDR	0090H.2	A
BARIS4	B ADDR	0090H.3	A
BARISA_PROSES. . . .	C ADDR	06B1H	A
BARISA	C ADDR	067FH	A
BARISB_PROSES. . . .	C ADDR	06C5H	A
BARISB	C ADDR	0693H	A
BC	C ADDR	02CCH	A
BYTE2DIGIT	C ADDR	0502H	A
COUNT.	NUMB	0074H	A
COUNTERCHARLCD . . .	NUMB	007AH	A
COUNTERLCD	NUMB	007BH	A
DATALCD.	NUMB	007CH	A
DELAYLCD	C ADDR	05F2H	A
DELAYLCD1.	NUMB	0079H	A
DELAYLCD2.	NUMB	0078H	A
DELAYLCD3.	NUMB	0077H	A
DELAYLCDX.	C ADDR	05F2H	A
DITKNMENU001	C ADDR	011FH	A
DITKNMENU002	C ADDR	0177H	A
DITKNMENU003	C ADDR	0181H	A
DITKNMENU004	C ADDR	01A2H	A
DITKNMENU01.	C ADDR	01CCH	A
DITKNMENU011	C ADDR	0202H	A
DITKNMENU012	C ADDR	020CH	A
DPH.	D ADDR	0083H	A
DPL.	D ADDR	0082H	A
DSPMENU0	C ADDR	00DDH	A
DSPMENU0E.	C ADDR	0282H	A
EA	B ADDR	00A8H.7	A
EEPROMBZ	C ADDR	04F2H	A
EEPROMBZ1.	C ADDR	0629H	A
EOBANDINGKANDIGIT1	C ADDR	03E2H	A

LOCKERUT

Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
ADDR	0675H	A
ADDR	006CH	A
ADDR	06ADH	A
ADDR	00A8H.4	A
ADDR	05C7H	A
ADDR	04BAH	A
ADDR	0616H	A
ADDR	0635H	A
ADDR	0643H	A
ADDR	0650H	A
ADDR	065DH	A
ADDR	066AH	A
ADDR	0606H	A
ADDR	06DAH	A
ADDR	0235H	A
ADDR	024AH	A
ADDR	0534H	A
ADDR	057BH	A
ADDR	0582H	A
ADDR	0589H	A
ADDR	0594H	A
ADDR	059BH	A
ADDR	05A2H	A
ADDR	05A9H	A
ADDR	053BH	A
ADDR	0542H	A
ADDR	0549H	A
ADDR	0554H	A
ADDR	055BH	A
ADDR	0562H	A
ADDR	0569H	A
ADDR	0574H	A
NUMB	0076H	A
ADDR	0528H	A
ADDR	0090H	A
ADDR	0090H.4	A
ADDR	0090H.5	A
ADDR	0090H.6	A
ADDR	0090H.7	A
ADDR	0355H	A
ADDR	01F2H	A
ADDR	00B0H.7	A
ADDR	00B0H.6	A
ADDR	05FCH	A
ADDR	05FFH	A
ADDR	003FH	A
ADDR	004EH	A
ADDR	005DH	A
ADDR	015AH	A

N A M E	T Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
MENU00ENTER. . . .	C ADDR	0253H	A
MENU00ENTER1	C ADDR	025CH	A
MENU00ENTER2	C ADDR	0266H	A
MENU00ENTER3	C ADDR	026DH	A
MENU00X.	C ADDR	00FFH	A
MENU01	C ADDR	01A8H	A
MENU011.	C ADDR	01C2H	A
MENU011X	C ADDR	0200H	A
MENU01X.	C ADDR	01AEH	A
MENU01XY	C ADDR	0156H	A
MENU02	C ADDR	024FH	A
MENU02XY	C ADDR	01FEH	A
MENUADMIN.	C ADDR	0297H	A
MNORSP0.	C ADDR	00B9H	A
MNORSP1.	C ADDR	00C1H	A
MNORSP2.	C ADDR	00C8H	A
MULAI.	C ADDR	0082H	A
NOLOCKER	NUMB	0073H	A
OPSMN0	C ADDR	00E7H	A
OPSMN0E.	C ADDR	028CH	A
OPSMN1	C ADDR	00EFH	A
P0	D ADDR	0080H	A
P1	D ADDR	0090H	A
P2	D ADDR	00A0H	A
P3	D ADDR	00B0H	A
PINDAHNEWPSW1. . . .	C ADDR	03BBH	A
POINTERMENU.	NUMB	0075H	A
PORTDATALCD.	D ADDR	00A0H	A
PROSES	C ADDR	075AH	A
PULUHAN.	NUMB	007EH	A
RATUSAN.	NUMB	007DH	A
RI	B ADDR	0098H.0	A
SATUAN	NUMB	007FH	A
SBUF	D ADDR	0099H	A
SCON	D ADDR	0098H	A
SERIAL	C ADDR	0027H	A
SIMPANPSW.	C ADDR	04F0H	A
SIMPANPSWTOEEPROM. .	C ADDR	04E0H	A
STROBE	C ADDR	04D0H	A
TAMPILPSW.	C ADDR	03E5H	A
TAMPILPSW1	C ADDR	0434H	A
TENTANGALAT.	C ADDR	081AH	A
TEXTMENU00	C ADDR	077AH	A
TEXTMENU01	C ADDR	079AH	A
TEXTMENU02	C ADDR	07BAH	A
TEXTMENU03	C ADDR	07DAH	A
TEXTMENU04	C ADDR	07FAH	A
TEXTMENU10	C ADDR	083AH	A
TEXTMENU12	C ADDR	085AH	A
TEXTMENU13	C ADDR	087AH	A
TEXTMENU14	C ADDR	089AH	A
TEXTMENU15	C ADDR	08BAH	A
TGDILPS.	C ADDR	051BH	A
TH1.	D ADDR	008DH	A
TI	B ADDR	0098H.1	A

N A M E	T Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
TMOD	D ADDR	0089H	A
TR1.	B ADDR	0088H.6	A
TRIMA.	C ADDR	002EH	A
TULIS_INTRO. . . .	C ADDR	0676H	A
TULIS_PROSES . . .	C ADDR	06AEH	A
TULIS1_PROSES. . .	C ADDR	06BAH	A
TULIS1	C ADDR	0688H	A
TULIS2_PROSES. . .	C ADDR	06CEH	A
TULIS2	C ADDR	069CH	A
TULISMN0	C ADDR	00F2H	A
TULISMN0E.	C ADDR	028FH	A
UL1.	C ADDR	052DH	A
ULANG.	C ADDR	0094H	A
ULANG1	C ADDR	009AH	A
UPDATEPSW.	C ADDR	006FH	A
VLDMN00.	C ADDR	00CDH	A
VLDMN00E	C ADDR	0272H	A
VLDMN01.	C ADDR	00D7H	A
VLDMN01E	C ADDR	027CH	A
WRITE_DATALCD. . .	C ADDR	05BAH	A
WRITE_INSTLCD. . .	C ADDR	05ADH	A

REGISTER BANK(S) USED: 0

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS FOUND

DOS 7.10 (038-N) MCS-51 MACRO ASSEMBLER, V2.2
OBJECT MODULE PLACED IN D:\HB2000\LOCKER.OBJ
ASSEMBLER INVOKED BY: C:\MIKRO\ASM51.EXE D:\HB2000\LOCKER.H51

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		1	;
=====			
		2	; Program: Locker otomatis dg password diacak
MCU 2 Penggerak Mekanik		3	;
		4	; Dibuat: AGUS
		5	; Teknik Elektro
		6	; Institut Teknologi Nasional
		7	; Malang (c) 2006
		8	;
		9	; Fungsi: mengatur sistem penguncian locker
otomatis dg password diacak		10	;
		11	; Hardware: MCU:AT89C51 dg crystal 11.0592MHz,
		12	;
		13	; Progress:
keypad, LCDM1632		14	; 16-1-2006, Design circuit dan pemetakan IO:
		15	;
		16	;
=====			
		17	;---Variabel----
007F		18	LastPintu equ 7fh
		19	
007F		20	LastPintu4 bit 7fh ;kondisi sensor
pintu terakhir		21	LastPintu3 bit 7eh
007E		22	LastPintu2 bit 7dh
007D		23	LastPintu1 bit 7ch
007C		24	
		25	;LastPintu4 bit 7bh ;kondisi sensor
pintu terakhir		26	;LastPintu3 bit 7ah
		27	;LastPintu2 bit 79h
		28	;LastPintu1 bit 78h
		29	
		30	
007E		31	LastKunci equ 7eh
		32	
0077		33	LastKunci1 bit 77h ;kondisi
terakhir kunci, lock or aunlock		34	LastKunci2 bit 76h
0076		35	LastKunci3 bit 75h
0075		36	LastKunci4 bit 74h
0074		37	
007D		38	Delay1 equ 7dh
007C		39	Delay2 equ 7ch
		40	
		41	;---Pemakaian I/O-----
0080		42	Indikator_Isi_1 bit P0.0
0081		43	Indikator_Isi_2 bit P0.1
0082		44	Indikator_Isi_3 bit P0.2
0083		45	Indikator_Isi_4 bit P0.3
		46	
0084		47	Sensor_Pintu_1 bit P0.4
0086		48	Sensor_Pintu_2 bit P0.6
0085		49	Sensor_Pintu_3 bit P0.5
0087		50	Sensor_Pintu_4 bit P0.7

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
		51	
0090		52	Sensor_Isi_1 bit P1.0
0091		53	Sensor_Isi_2 bit P1.1
0092		54	Sensor_Isi_3 bit P1.2
0093		55	Sensor_Isi_4 bit P1.3
		56	
00A0		57	MotorKanan1 bit P2.0 ;kanan=lock;
kiri=unlock			
00A1		58	MotorKiri1 bit P2.1
00A3		59	MotorKanan2 bit P2.3
00A2		60	MotorKiri2 bit P2.2
00A4		61	MotorKanan3 bit P2.4
00A5		62	MotorKiri3 bit P2.5
00A6		63	MotorKanan4 bit P2.6
00A7		64	MotorKiri4 bit P2.7
		65	
00B4		66	Alarm bit P3.4
		67	
0080		68	Sensor_Pintu equ P0 ;nible atas
0080		69	Indikator_Isi equ P0
0090		70	Sensor_Isi equ P1 ;nible bawah
00A0		71	Kunci equ P2 ;kunci
		72	
		73	
;-----			
0000		74	org 0h
0000 020045		75	ljmp mulai
0023		76	org 23h
0023 120027		77	lcall serial
0026 32		78	reti
		79	
		80	serial:
0027 C0E0		81	push acc
0029 C0F0		82	push b
002B 109802		83	jbc ri,trima
002E 8010		84	sjmp eoserial
		85	trima:
0030 E599		86	mov a,sbuf
0032 F5F0		87	mov b,a ;save
data to b			
0034 54F0		88	anl a,#0F0h
0036 B4F007		89	cjne a,#0F0h,eoSerial
0039 E5F0		90	mov a,b
003B 540F		91	anl a,#0Fh
003D 12008C		92	lcall LockUnLock
		93	
		94	eoserial:
0040 D0F0		95	pop b
0042 D0E0		96	pop acc
0044 22		97	ret
		98	
		99	
		100	;*****
		101	;
		102	; PROGRAM UTAMA
		103	;
		104	;*****
		105	mulai:

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
0045	120112	106	lcall initLocker ;inisialisasi
kondisi locker dan start up			
0048	120149	107	lcall initSerial ;inisialisasi
serial			
		108	ulang:
004B	E57F	109	mov a,LastPintu
004D	F5F0	110	mov b,a ;0=pintu menutup
004F	787F	111	mov r0,#07Fh
		112	bclg:
0051	E580	113	mov a,Sensor_Pintu ;ambil
sensorpintu sekarang			
0053	D8FC	114	djnz R0,bclg
		115	
0055	54F0	116	anl a,#0F0h
0057	F57F	117	mov LastPintu,a
0059	65F0	118	xrl a,b ;deteksi yg
berbeda			
005B	55F0	119	anl a,b ;1=pintu baru
saja ditutup,0=pintu tetap terbuka/tertutup a			
			tau baru dibuka
005D	60EC	120	jz ulang
005F	03	121	rr a
0060	03	122	rr a
0061	03	123	rr a
0062	03	124	rr a
0063	C2AC	125	clr es
0065	F599	126	mov sbuf,a
0067	3099FD	127	jnb ti,\$
006A	C299	128	clr ti
006C	D2AC	129	setb es
006E	120105	130	lcall Delay
0071	120105	131	lcall Delay
0074	120105	132	lcall Delay
0077	120105	133	lcall Delay
007A	120105	134	lcall Delay
007D	120105	135	lcall Delay
0080	120105	136	lcall Delay
0083	120105	137	lcall Delay
		138	
0086	12008C	139	lcall LockUnLock
		140	
0089	02004B	141	ljmp ulang
		142	;-----
		143	LockUnLock:
008C	B4011B	144	cjne a,#1,LockUnLock2
008F	C2B4	145	clr Alarm
0091	120105	146	lcall Delay
0094	A277	147	mov c,LastKuncil
0096	92A0	148	mov MotorKanan1,c
0098	B3	149	cpl c
0099	92A1	150	mov MotorKiril,c
009B	C280	151	clr Indikator_Isi_1
009D	120105	152	lcall Delay
00A0	9277	153	mov LastKuncil,c
00A2	D280	154	setb Indikator_Isi_1
00A4	D2A0	155	setb MotorKanan1
00A6	D2A1	156	setb MotorKiril
00A8	D2B4	157	setb Alarm
		158	LockUnLock2:
00AA	B4021B	159	cjne a,#2,LockUnLock3

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
00AD	C2B4	160	clr Alarm
00AF	120105	161	lcall Delay
00B2	A276	162	mov c,LastKunci2
00B4	92A3	163	mov MotorKanan2,c
00B6	B3	164	cpl c
00B7	92A2	165	mov MotorKiri2,c
00B9	C281	166	clr Indikator_Isi_2
00BB	120105	167	lcall Delay
00BE	9276	168	mov LastKunci2,c
00C0	D281	169	setb Indikator_Isi_2
00C2	D2A3	170	setb MotorKanan2
00C4	D2A2	171	setb MotorKiri2
00C6	D2B4	172	setb Alarm
		173	
		174	LockUnLock3:
00C8	B4041B	175	cjne a,#4,LockUnLock4
00CB	C2B4	176	clr Alarm
00CD	120105	177	lcall Delay
00D0	A275	178	mov c,LastKunci3
00D2	92A4	179	mov MotorKanan3,c
00D4	B3	180	cpl c
00D5	92A5	181	mov MotorKiri3,c
00D7	C282	182	clr Indikator_Isi_3
00D9	120105	183	lcall Delay
00DC	9275	184	mov LastKunci3,c
00DE	D282	185	setb Indikator_Isi_3
00E0	D2A4	186	setb MotorKanan3
00E2	D2A5	187	setb MotorKiri3
00E4	D2B4	188	setb Alarm
		189	LockUnLock4:
00E6	B4081B	190	cjne a,#8,setAlarm
00E9	C2B4	191	clr Alarm
00EB	120105	192	lcall Delay
00EE	A274	193	mov c,LastKunci4
00F0	92A6	194	mov MotorKanan4,c
00F2	B3	195	cpl c
00F3	92A7	196	mov MotorKiri4,c
00F5	C283	197	clr Indikator_Isi_4
00F7	120105	198	lcall Delay
00FA	9274	199	mov LastKunci4,c
00FC	D283	200	setb Indikator_Isi_4
00FE	D2A6	201	setb MotorKanan4
0100	D2A7	202	setb MotorKiri4
0102	D2B4	203	setb Alarm
		204	setAlarm:
		205	;cjne a,#0Fh,eoLockUnLock
		206	;clr Alarm
		207	eoLockUnLock:
0104	22	208	ret
		209	;-----
		210	Delay:
0105	757D7F	211	mov Delay1,#7Fh
		212	Delayy:
0108	757C00	213	mov Delay2,#0
010B	D57CFD	214	djnz Delay2,\$

LOC	OBJ	LINE	SOURCE
010E	D57DF7	215	djnz Delay1,Delayy
0111	22	216	ret
		217	
		218	
		219	
;-----			
		220	; initLocker - menginisialisasi locker dan start
up		221	
;-----			
		222	initLocker:
0112	75A0FF	223	mov Kunci,#0ffh ;turn
0115	757FF0	224	mov LastPintu,#0F0h
		225	
0118	C2B4	226	clr Alarm
011A	7580F0	227	mov Indikator_Isi,#0F0h
011D	120105	228	lcall Delay
0120	120105	229	lcall Delay
0123	D2B4	230	setb Alarm
0125	7580FF	231	mov Indikator_Isi,#0FFh
0128	120105	232	lcall Delay
012B	C2B4	233	clr Alarm
012D	7580F0	234	mov Indikator_Isi,#0F0h
0130	120105	235	lcall Delay
0133	D2B4	236	setb Alarm
0135	7580FF	237	mov Indikator_Isi,#0FFh
0138	120105	238	lcall Delay
013B	C2B4	239	clr Alarm
013D	7580F0	240	mov Indikator_Isi,#0F0h
0140	120105	241	lcall Delay
0143	D2B4	242	setb Alarm
0145	7580FF	243	mov Indikator_Isi,#0FFh
0148	22	244	ret
		245	
		246	
;-----			
		247	; InitSerial - menginisialisasi komunikasi
serial		248	; baudrate 9600 bps
		249	
;-----			
		250	InitSerial:
0149	758920	251	mov tmod,#20h ; mode timer 1 =
8 bit auto reload			
014C	758DFD	252	mov th1,#0fdh ; isi timer 1
dengan FD h (baud rate)			
014F	D28E	253	setb tr1 ; start timer 1
0151	759850	254	mov scon,#50h ; mode 1
0154	D2AF	255	setb ea ; enable
interupt			
0156	D2AC	256	setb es ; enable serial
interupt			
		257	
0158	22	258	ret
		259	
		260	end

SYMBOL TABLE LISTING

N A M E	T Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
ACC	D ADDR	00E0H	A
ALARM	B ADDR	00B0H.4	A
B	D ADDR	00F0H	A
BCLG.	C ADDR	0051H	A
DELAY	C ADDR	0105H	A
DELAY1.	NUMB	007DH	A
DELAY2.	NUMB	007CH	A
DELAY.	C ADDR	0108H	A
EA.	B ADDR	00A8H.7	A
ELOCKUNLOCK. .	C ADDR	0104H	A
EOSERIAL. . . .	C ADDR	0040H	A
ES.	B ADDR	00A8H.4	A
INDIKATOR_ISI_1	B ADDR	0080H.0	A
INDIKATOR_ISI_2	B ADDR	0080H.1	A
INDIKATOR_ISI_3	B ADDR	0080H.2	A
INDIKATOR_ISI_4	B ADDR	0080H.3	A
INDIKATOR_ISI_	D ADDR	0080H	A
INITLOCKER. . .	C ADDR	0112H	A
INITSERIAL. . .	C ADDR	0149H	A
KUNCI	D ADDR	00A0H	A
LASTKUNCI . . .	NUMB	007EH	A
LASTKUNCI1. . .	B ADDR	002EH.7	A
LASTKUNCI2. . .	B ADDR	002EH.6	A
LASTKUNCI3. . .	B ADDR	002EH.5	A
LASTKUNCI4. . .	B ADDR	002EH.4	A
LASTPINTU . . .	NUMB	007FH	A
LASTPINTU1. . .	B ADDR	002FH.4	A
LASTPINTU2. . .	B ADDR	002FH.5	A
LASTPINTU3. . .	B ADDR	002FH.6	A
LASTPINTU4. . .	B ADDR	002FH.7	A
LOCKUNLOCK. . .	C ADDR	008CH	A
LOCKUNLOCK2 . .	C ADDR	00AAH	A
LOCKUNLOCK3 . .	C ADDR	00C8H	A
LOCKUNLOCK4 . .	C ADDR	00E6H	A
MOTORKANAN1 . .	B ADDR	00A0H.0	A
MOTORKANAN2 . .	B ADDR	00A0H.3	A
MOTORKANAN3 . .	B ADDR	00A0H.4	A
MOTORKANAN4 . .	B ADDR	00A0H.6	A
MOTORKIRI1. . .	B ADDR	00A0H.1	A
MOTORKIRI2. . .	B ADDR	00A0H.2	A
MOTORKIRI3. . .	B ADDR	00A0H.5	A
MOTORKIRI4. . .	B ADDR	00A0H.7	A
MULAI	C ADDR	0045H	A
P0.	D ADDR	0080H	A
P1.	D ADDR	0090H	A
P2.	D ADDR	00A0H	A
P3.	D ADDR	00B0H	A
RI.	B ADDR	0098H.0	A
SBUF.	D ADDR	0099H	A
SCON.	D ADDR	0098H	A
SENSOR_ISI_1. .	B ADDR	0090H.0	A

N A M E	T Y P E	V A L U E	A T T R I B U T E S
SENSOR_ISI_2. .	B ADDR	0090H.1	A
SENSOR_ISI_3. .	B ADDR	0090H.2	A
SENSOR_ISI_4. .	B ADDR	0090H.3	A
SENSOR_ISI. . .	D ADDR	0090H	A
SENSOR_PINTU_1.	B ADDR	0080H.4	A
SENSOR_PINTU_2.	B ADDR	0080H.6	A
SENSOR_PINTU_3.	B ADDR	0080H.5	A
SENSOR_PINTU_4.	B ADDR	0080H.7	A
SENSOR_PINTU. .	D ADDR	0080H	A
SERIAL.	C ADDR	0027H	A
SETALARM. . . .	C ADDR	0104H	A
TH1	D ADDR	008DH	A
TI.	B ADDR	0098H.1	A
TMOD.	D ADDR	0089H	A
TR1	B ADDR	0088H.6	A
TRIMA	C ADDR	0030H	A
ULANG	C ADDR	004BH	A

REGISTER BANK(S) USED: 0

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS FOUND

Features

- Compatible with MCS[®]51 Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Downloadable Flash Memory
 - SPI Serial Interface for Program Downloading
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2K Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 1.8V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 64 x 8-bit Internal RAM
- 8 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- One Interrupt Sources
- Programmable UART Serial Channel
- SPI Serial Interface
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down
- Programmable Watchdog Timer
- Two Data Pointers
- Power-off Flag

Description

AT89S8252 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K bytes of downloadable Flash programmable and erasable read-only memory and 2K bytes of EEPROM. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip downloadable Flash allows the program memory to be programmed In-System through an SPI serial interface or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with downloadable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S8252 is a powerful microcontroller, which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

AT89S8252 provides the following standard features: 8K bytes of downloadable Flash, 2K bytes of EEPROM, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, programmable watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, AT89S8252 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

The downloadable Flash can be changed a single byte at a time and is accessible through the SPI serial interface. Holding RESET active forces the SPI bus into a serial programming interface and allows the program memory to be written to or read from as long as lock bits have been activated.



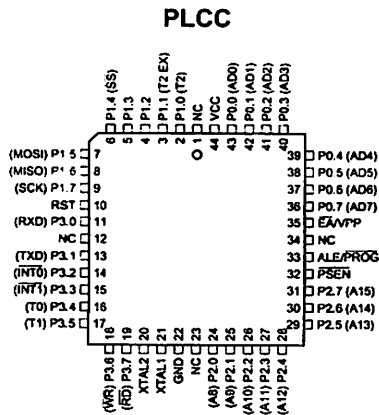
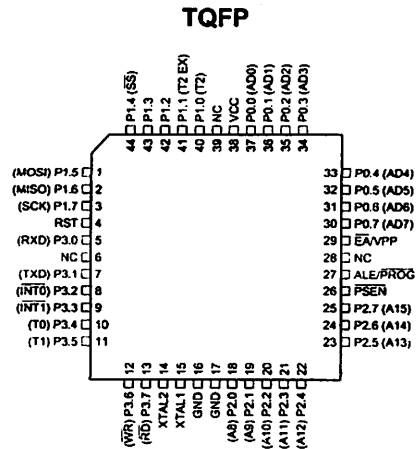
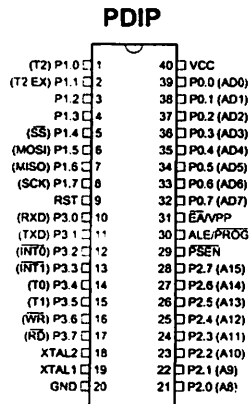
8-bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

AT89S8252





Configurations



Description

Supply voltage.

Ground.

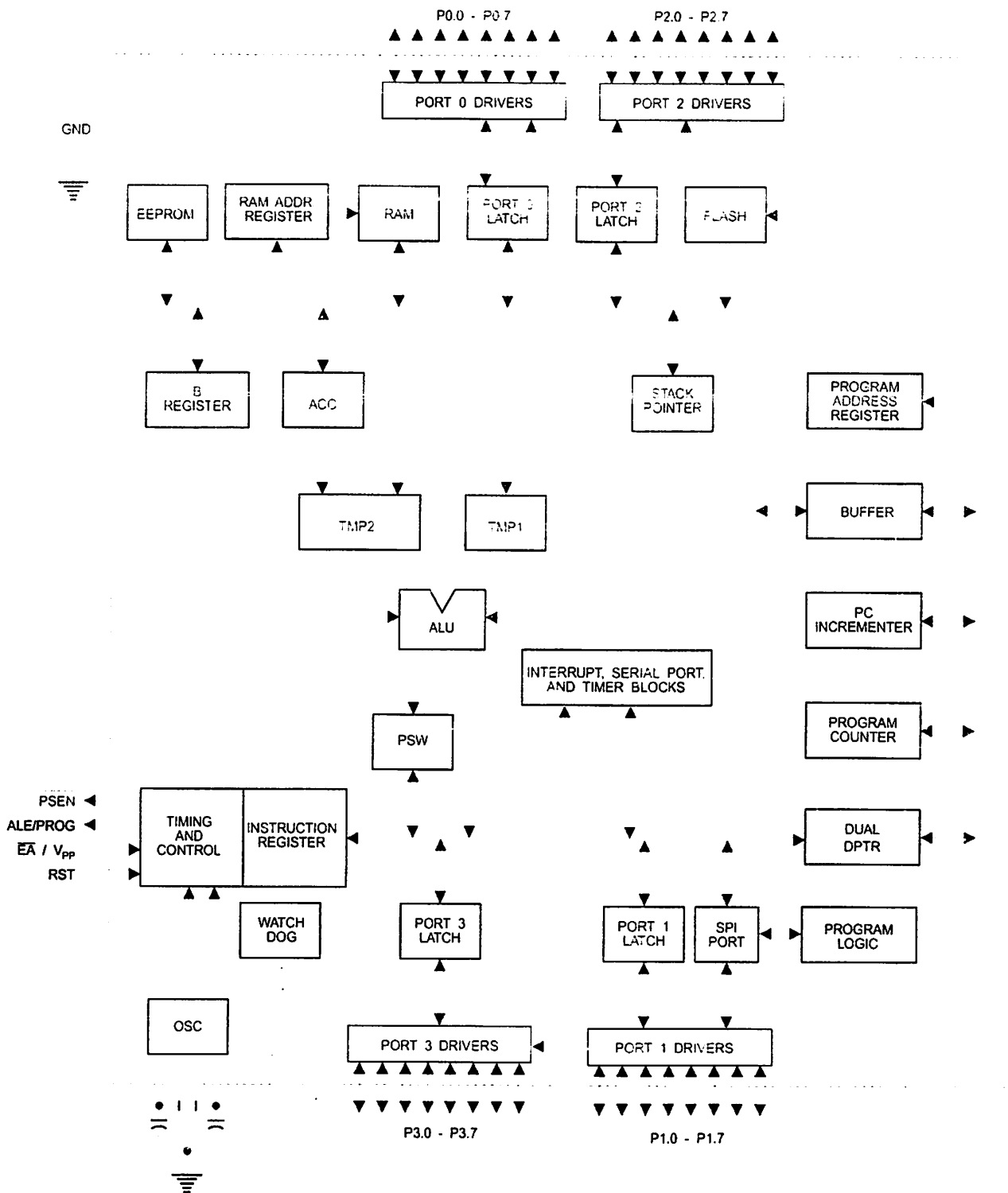
Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pull-ups are required during program verification.

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Block Diagram





Some Port 1 pins provide additional functions. P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively.

Furthermore, P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7 can be configured as the SPI slave port select, data input/output and shift clock input/output pins as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.4	\overline{SS} (Slave port select input)
P1.5	MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel)
P1.6	MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel)
P1.7	SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel)

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

t 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

t 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S8252, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

T

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

E/PROG

Address Latch Enable is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

EN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89S8252 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions. This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

L1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

L2

Output from the inverting oscillator amplifier.





Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 9) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Table 1. AT89S8252 SFR Map and Reset Values

00H								0FFH
01H	B 00000000							0F7H
02H								0EFH
03H	ACC 00000000							0E7H
04H								0DFH
05H	PSW 00000000				SPCR 000001XX			0D7H
06H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000		0CFH
07H								0C7H
08H	IP XX000000							0BFH
09H	P3 11111111							0B7H
0AH	IE 0X000000		SPSR 00XXXXXX					0AFH
0BH	P2 11111111							0A7H
0CH	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
0DH	P1 11111111						WMCON 00000010	97H
0EH	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		8FH
0FH	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XXXXXXXX	PCON 0XX00000



Watchdog and Memory Control Register The WMCON register contains control bits for the Watchdog Timer (shown in Figure 3). The EEMEN and EEMWE bits are used to select the 2K bytes on-chip EEPROM, and to enable byte-write. The DPS bit selects one of two DPTR registers available.

Figure 3. WMCON—Watchdog and Memory Control Register

WMCON Address = 96H				Reset Value = 0000 0010B			
PS2	PS1	PS0	EEMWE	EEMEN	DPS	WDTRST	WDTEN
7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	Function
PS2:PS1:PS0	Prescaler Bits for the Watchdog Timer. When all three bits are set to "0", the watchdog timer has a nominal period of 16 ms. When all three bits are set to "1", the nominal period is 2048 ms.
EEMWE	EEPROM Data Memory Write Enable Bit. Set this bit to "1" before initiating byte write to on-chip EEPROM with the MOVX instruction. User software should set this bit to "0" after EEPROM write is completed.
EEMEN	Internal EEPROM Access Enable. When EEMEN = 1, the MOVX instruction with DPTR will access on-chip EEPROM instead of external data memory. When EEMEN = 0, MOVX with DPTR accesses external data memory.
DPS	Data Pointer Register Select. DPS = 0 selects the first bank of Data Pointer Register, DP0, and DPS = 1 selects the second bank, DP1
WDTRST / RDY/BSY	Watchdog Timer Reset and EEPROM Ready/Busy Flag. Each time this bit is set to "1" by user software, a pulse is generated to reset the watchdog timer. The WDTRST bit is then automatically reset to "0" in the next instruction cycle. The WDTRST bit is Write-Only. This bit also serves as the RDY/BSY flag in a Read-Only mode during EEPROM write. RDY/BSY = 1 means that the EEPROM is ready to be programmed. While programming operations are being executed, the RDY/BSY bit equals "0" and is automatically reset to "1" when programming is completed.
WDTEN	Watchdog Timer Enable Bit. WDTEN = 1 enables the watchdog timer and WDTEN = 0 disables the watchdog timer.

le 2. T2CON – Timer/Counter 2 Control Register

CON Address = 0C8H

Reset Value = 0000 0000B

Addressable

TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/ $\overline{T}2$	CP/ $\overline{RL}2$
7	6	5	4	3	2	1	0

mbol	Function
2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
F2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
LK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the receive clock.
LK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
$\overline{2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/ $\overline{T}2$ = 0 for timer function. C/ $\overline{T}2$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
$\overline{RL}2$	Capture/Reload select. CP/ $\overline{RL}2$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/ $\overline{RL}2$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

SPI Registers Control and status bits for the Serial Peripheral Interface are contained in registers SPCR (shown in Table 4) and SPSR (shown in Table 5). The SPI data bits are contained in the SPDR register. Writing the SPI data register during serial data transfer sets the Write Collision bit, WCOL, in the SPSR register. The SPDR is double buffered for writing and the values in SPDR are not changed by Reset.

Interrupt Registers The global interrupt enable bit and the individual interrupt enable bits are in the IE register. In addition, the individual interrupt enable bit for the SPI is in the SPCR register. Two priorities can be set for each of the six interrupt sources in the IP register.

Dual Data Pointer Registers To facilitate accessing both internal EEPROM and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR WMCON selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should **ALWAYS** initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.

Power Off Flag The Power Off Flag (POF) is located at bit_4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to “1” during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by RESET.

Table 4. SPCR – SPI Control Register

CR Address = D5H

Reset Value = 0000 01XXB

SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function															
IE	SPI Interrupt Enable. This bit, in conjunction with the ES bit in the IE register, enables SPI interrupts: SPIE = 1 and ES = 1 enable SPI interrupts. SPIE = 0 disables SPI interrupts.															
E	SPI Enable. SPI = 1 enables the SPI channel and connects \overline{SS} , MOSI, MISO and SCK to pins P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7. SPI = 0 disables the SPI channel.															
RD	Data Order. DORD = 1 selects LSB first data transmission. DORD = 0 selects MSB first data transmission.															
TR	Master/Slave Select. MSTR = 1 selects Master SPI mode. MSTR = 0 selects Slave SPI mode.															
OL	Clock Polarity. When CPOL = 1, SCK is high when idle. When CPOL = 0, SCK of the master device is low when not transmitting. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.															
HA	Clock Phase. The CPHA bit together with the CPOL bit controls the clock and data relationship between master and slave. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control.															
RO R1	<p>SPI Clock Rate Select. These two bits control the SCK rate of the device configured as master. SPR1 and SPR0 have no effect on the slave. The relationship between SCK and the oscillator frequency, F_{osc}, is as follows:</p> <table border="1"> <tr> <td>SPR1</td> <td>SPR0</td> <td>SCK = F_{osc} divided by</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>128</td> </tr> </table>	SPR1	SPR0	SCK = F_{osc} divided by	0	0	4	0	1	16	1	0	64	1	1	128
SPR1	SPR0	SCK = F_{osc} divided by														
0	0	4														
0	1	16														
1	0	64														
1	1	128														



le 5. SPSR – SPI Status Register

SPSR Address = AAH

Reset Value = 00XX XXXXB

	SPIF	WCOL	–	–	–	–	–
bit	7	6	5	4	3	2	1
							0

Symbol	Function
SPIF	SPI Interrupt Flag. When a serial transfer is complete, the SPIF bit is set and an interrupt is generated if SPIE = 1 and ES = 1. The SPIF bit is cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL bits set, and then reading/writing the SPI data register.
WCOL	Write Collision Flag. The WCOL bit is set if the SPI data register is written during a data transfer. During data transfer, the result of reading the SPDR register may be incorrect, and writing to it has no effect. The WCOL bit (and the SPIF bit) are cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL set, and then accessing the SPI data register.

le 6. SPDR – SPI Data Register

SPDR Address = 86H

Reset Value = unchanged

	SPD7	SPD6	SPD5	SPD4	SPD3	SPD2	SPD1	SPD0
bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Data Memory – EEPROM and RAM

The AT89S8252 implements 2K bytes of on-chip EEPROM for data storage and 256 bytes of RAM. The upper 128 bytes of RAM occupy a parallel space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

The on-chip EEPROM data memory is selected by setting the EEMEN bit in the WMCON register at SFR address location 96H. The EEPROM address range is from 000H to 7FFH. The MOVX instructions are used to access the EEPROM. To access off-chip data memory with the MOVX instructions, the EEMEN bit needs to be set to "0".

The EEMWE bit in the WMCON register needs to be set to "1" before any byte location in the EEPROM can be written. User software should reset EEMWE bit to "0" if no further EEPROM write is required. EEPROM write cycles in the serial programming mode are self-timed and typically take 2.5 ms. The progress of EEPROM write can be monitored by reading the RDY/BSY bit (read-only) in SFR WMCON. RDY/BSY = 0 means

programming is still in progress and $RDY/\overline{BSY} = 1$ means EEPROM write cycle is completed and another write cycle can be initiated.

In addition, during EEPROM programming, an attempted read from the EEPROM will fetch the byte being written with the MSB complemented. Once the write cycle is completed, true data are valid at all bit locations.

programmable
Watchdog Timer

The programmable Watchdog Timer (WDT) operates from an independent internal oscillator. The prescaler bits, PS0, PS1 and PS2 in SFR WMCON are used to set the period of the Watchdog Timer from 16 ms to 2048 ms. The available timer periods are shown in the following table and the actual timer periods (at $V_{CC} = 5V$) are within $\pm 30\%$ of the nominal.

The WDT is disabled by Power-on Reset and during Power-down. It is enabled by setting the WDTEN bit in SFR WMCON (address = 96H). The WDT is reset by setting the WDTRST bit in WMCON. When the WDT times out without being reset or disabled, an internal RST pulse is generated to reset the CPU.

Table 7. Watchdog Timer Period Selection

WDT Prescaler Bits			Period (nominal)
PS2	PS1	PS0	
0	0	0	16 ms
0	0	1	32 ms
0	1	0	64 ms
0	1	1	128 ms
1	0	0	256 ms
1	0	1	512 ms
1	1	0	1024 ms
1	1	1	2048 ms

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S8252 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the timers' operation, refer to the Atmel web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture". Click on "Documentation", then on "Other Documents". Open the document "AT89 Series Hardware Description".

Timer 2

Timer 2 is a 16-bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit $C/\overline{T2}$ in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 8.

Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is $1/12$ of the oscillator frequency.

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected.





Table 8. Timer 2 Operating Modes

RCLK + TCLK	CP/RL2	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16-bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 1.

The diagram illustrates the internal structure and signal flow of the Timer 2 module. It starts with an oscillator (OSC) connected to a divider ($\div 12$). The output of the divider is split based on the $C/T2$ control signal: when $C/T2 = 0$, the signal goes to the timer counter; when $C/T2 = 1$, it goes to the T2 PIN. The timer counter consists of two 8-bit registers, TH2 (high byte) and TL2 (low byte), which together form the 16-bit timer value. An overflow flag (TF2) is set when the timer reaches its maximum value. The timer is controlled by the TR2 signal, which also enables the capture registers (RCAP2H and RCAP2L) when the CAPTURE signal is active. The transition detector (T2EX PIN) is used to detect changes in the timer value. The EXF2 register is used to enable the timer (EXEN2). The timer generates a TIMER 2 INTERRUPT when the overflow flag is set.

Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16-bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 9). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

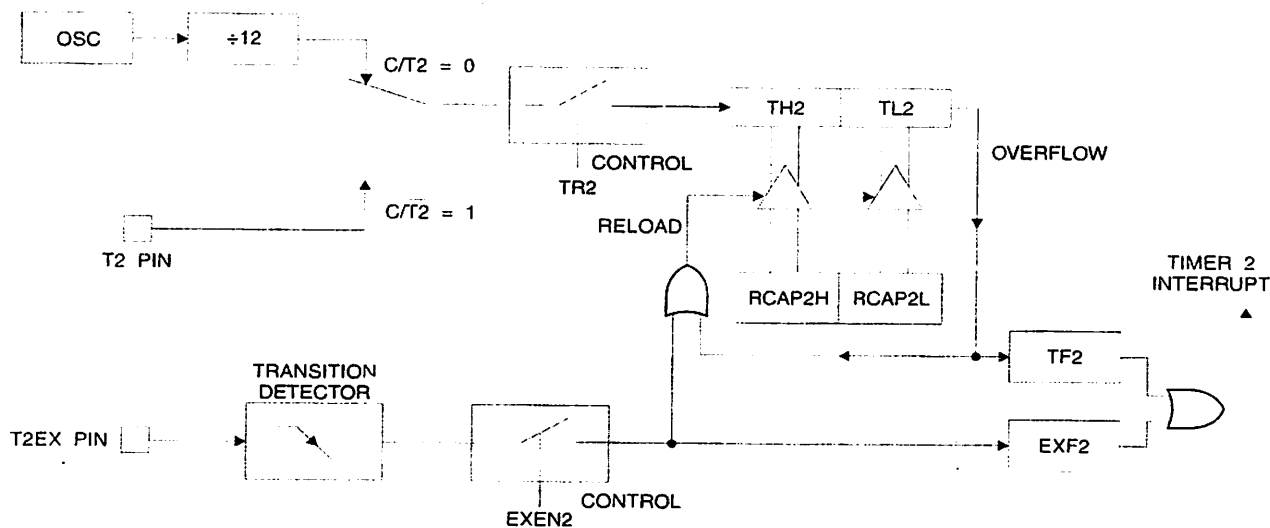
Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in RCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 3. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

Figure 2. Timer 2 in Auto Reload Mode (DCEN = 0)



le 9. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

MOD Address = 0C9H

Reset Value = XXXX XX00B

Bit Addressable

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	–	–	–	–	–	–	T2OE	DCEN

mbol	Function
	Not implemented, reserved for future use.
OE	Timer 2 Output Enable bit.
EN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter.

ure 3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

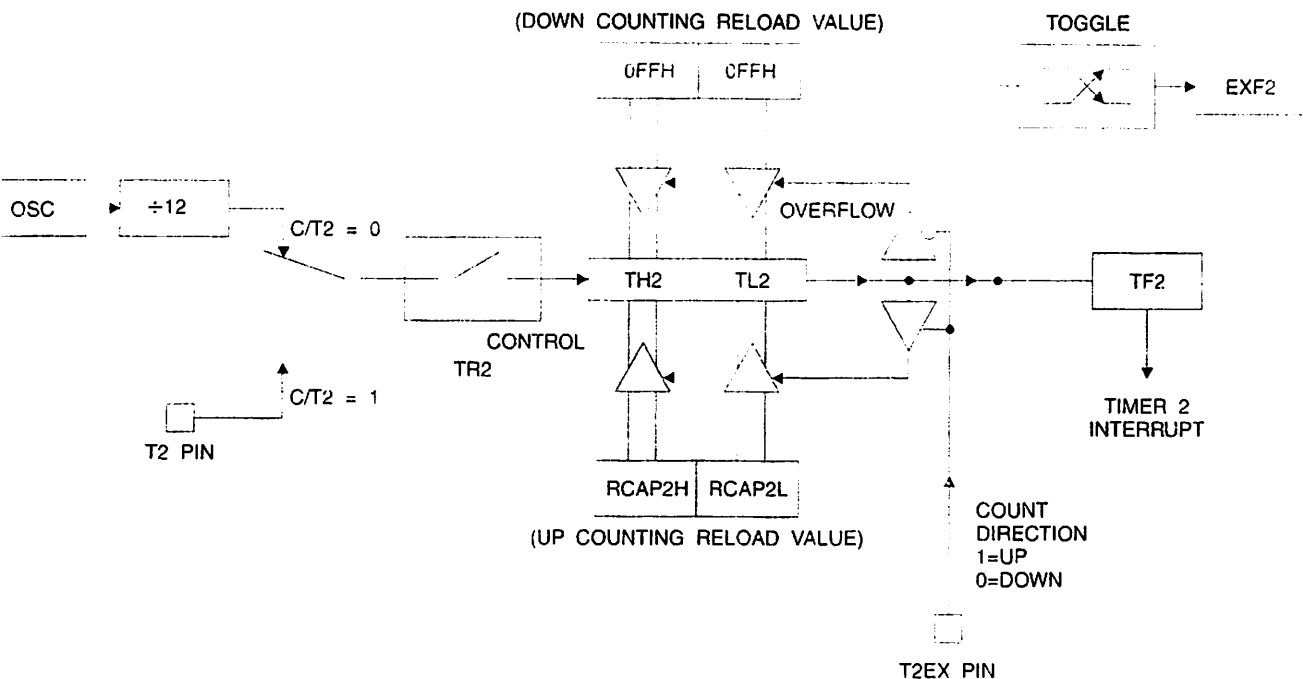
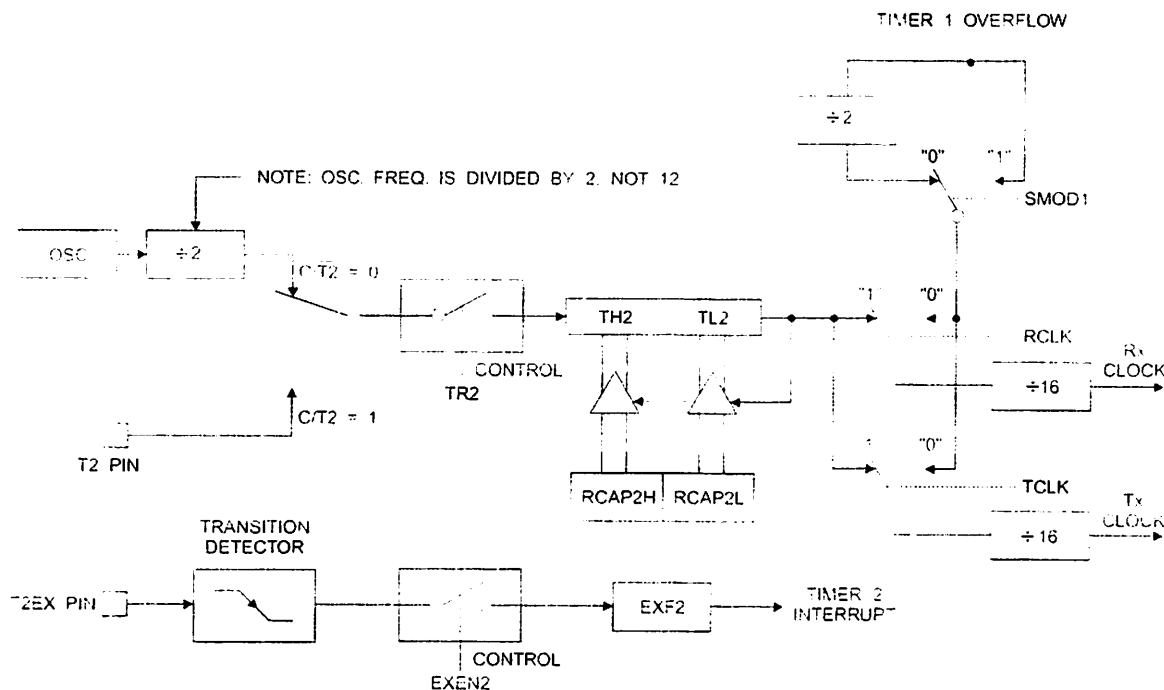


Figure 4. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 4.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ($CP/\overline{T2} = 0$). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (RCAP2H, RCAP2L)]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.



Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 4. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 5. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz (for a 16-MHz operating frequency).

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit $C/\overline{T2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 rollovers will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

Figure 5. Timer 2 in Clock-out Mode

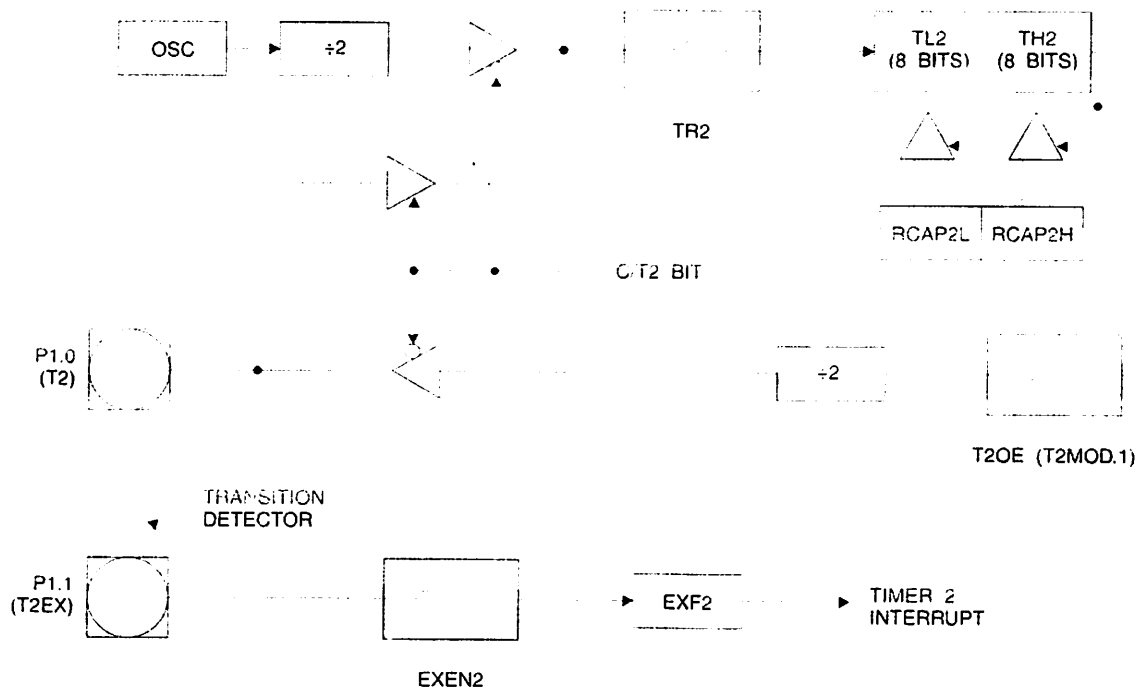
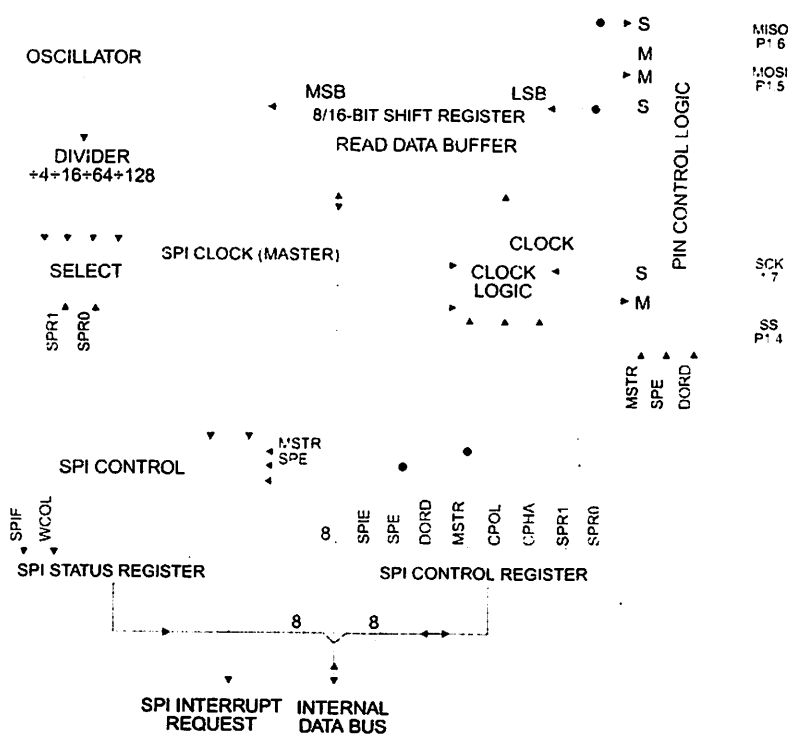


Figure 6. SPI Block Diagram





UART

The UART in the AT89S8252 operates the same way as the UART in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the UART operation, refer to the Atmel web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture". Click on "Documentation", then on "Other Documents". Open the document "AT89 Series Hardware Description".

Serial Peripheral Interface

The serial peripheral interface (SPI) allows high-speed synchronous data transfer between the AT89S8252 and peripheral devices or between several AT89S8252 devices. The AT89S8252 SPI features include the following:

- Full-Duplex, 3-Wire Synchronous Data Transfer
- Master or Slave Operation
- 1.5 MHz Bit Frequency (max.)
- LSB First or MSB First Data Transfer
- Four Programmable Bit Rates
- End of Transmission Interrupt Flag
- Write Collision Flag Protection
- Wakeup from Idle Mode (Slave Mode Only)

The interconnection between master and slave CPUs with SPI is shown in the following figure. The SCK pin is the clock output in the master mode but is the clock input in the slave mode. Writing to the SPI data register of the master CPU starts the SPI clock generator, and the data written shifts out of the MOSI pin and into the MOSI pin of the slave CPU. After shifting one byte, the SPI clock generator stops, setting the end of transmission flag (SPIF). If both the SPI interrupt enable bit (SPIE) and the serial port interrupt enable bit (ES) are set, an interrupt is requested.

The Slave Select input, $\overline{SS}/P1.4$, is set low to select an individual SPI device as a slave. When $\overline{SS}/P1.4$ is set high, the SPI port is deactivated and the MOSI/P1.5 pin can be used as an input.

There are four combinations of SCK phase and polarity with respect to serial data, which are determined by control bits CPHA and CPOL. The SPI data transfer formats are shown in Figure 8 and Figure 9.

Figure 7. SPI Master-slave Interconnection

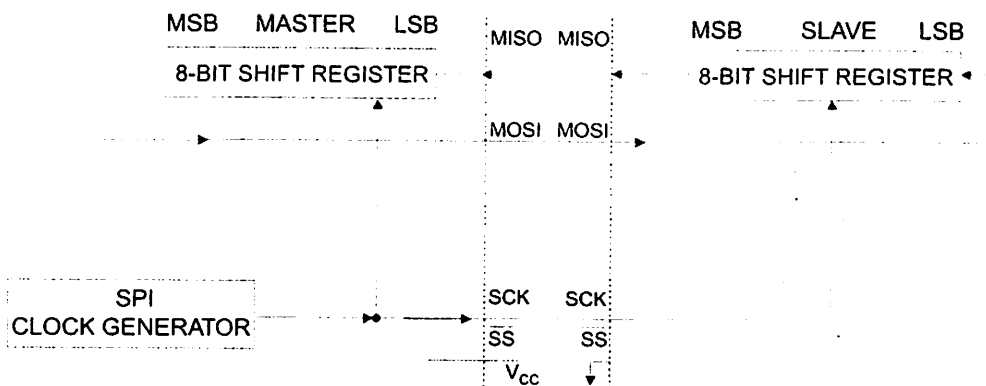
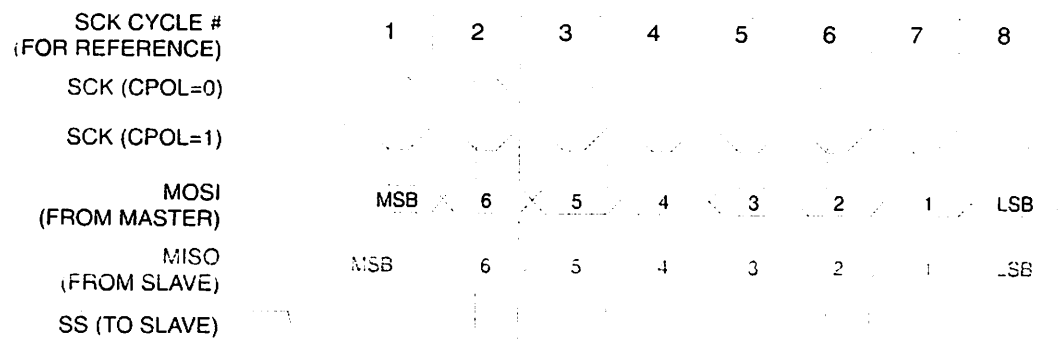
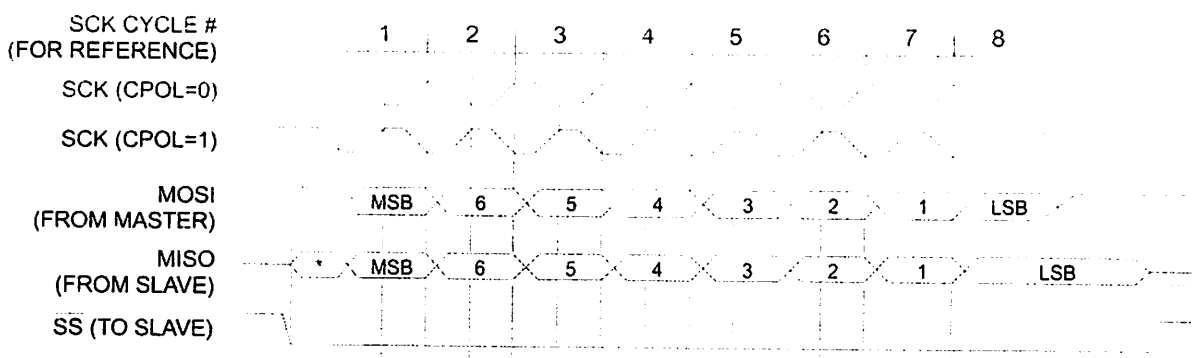


Figure 8. SPI transfer Format with CPHA = 0



: *Not defined but normally MSB of character just received

Figure 9. SPI Transfer Format with CPHA = 1



: *Not defined but normally LSB of previously transmitted character.

Interrupts

The AT89S8252 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 10.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 10 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89C51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.



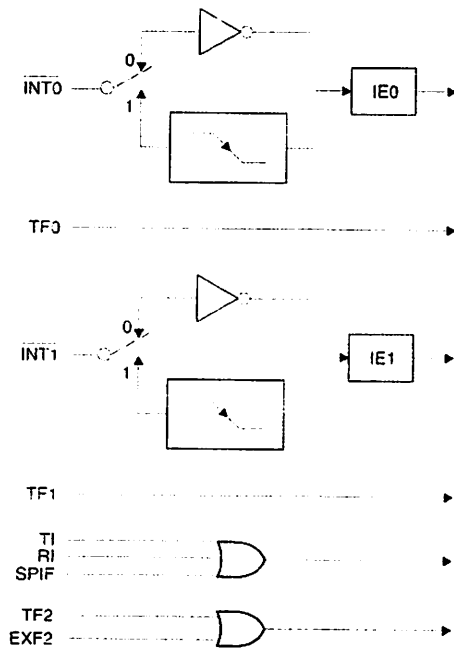
Figure 10. Interrupt Enable (IE) Register

IE Register (LSB)							
EA	–	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE.6	Reserved.
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.
ES	IE.4	SPI and UART interrupt enable bit.
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit.
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit.
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit.
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit.

Software should never write 1s to unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.

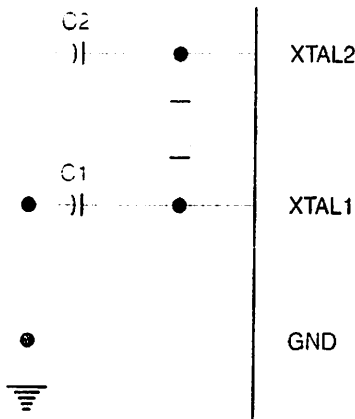
Figure 10. Interrupt Sources



oscillator
characteristics

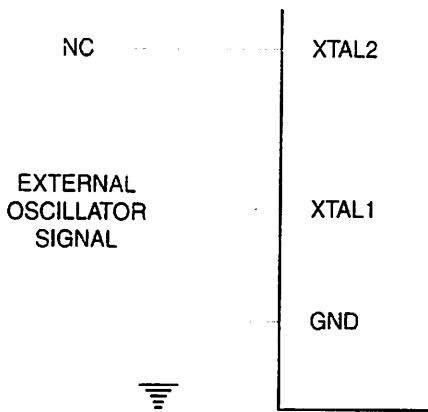
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 12. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 11. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
 = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 12. External Clock Drive Configuration





Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. Exit from power-down can be initiated either by a hardware reset or by an enabled external interrupt. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

To exit power-down via an interrupt, the external interrupt must be enabled as level sensitive before entering power-down. The interrupt service routine starts at 16 ms (nominal) after the enabled interrupt pin is activated.

Program Memory Lock Bits

The AT89S8252 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of \overline{EA} must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Once programmed, the lock bits can only be unprogrammed with the Chip Erase operations in either the parallel or serial modes.

Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾⁽²⁾

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No internal memory lock feature.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory. \overline{EA} is sampled and latched on reset and further programming of the Flash memory (parallel or serial mode) is disabled.
3	P	P	U	Same as Mode 2, but parallel or serial verify are also disabled.
4	P	P	P	Same as Mode 3, but external execution is also disabled.

Notes: 1. U = Unprogrammed
2. P = Programmed

AT89S8252

Programming the Flash and EEPROM

Atmel's AT89S8252 Flash Microcontroller offers 8K bytes of in-system reprogrammable Flash Code memory and 2K bytes of EEPROM Data memory.

The AT89S8252 is normally shipped with the on-chip Flash Code and EEPROM Data memory arrays in the erased state (i.e. contents = FFH) and ready to be programmed. This device supports a High-voltage (12-V V_{PP}) Parallel programming mode and a Low-voltage (5-V V_{CC}) Serial programming mode. The serial programming mode provides a convenient way to reprogram the AT89S8252 inside the user's system. The parallel programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The Code and Data memory arrays are mapped via separate address spaces in the serial programming mode. In the parallel programming mode, the two arrays occupy one contiguous address space: 0000H to 1FFFH for the Code array and 2000H to 27FFH for the Data array.

The Code and Data memory arrays on the AT89S8252 are programmed byte-by-byte in either programming mode. An auto-erase cycle is provided with the self-timed programming operation in the serial programming mode. There is no need to perform the Chip Erase operation to reprogram any memory location in the serial programming mode unless any of the lock bits have been programmed.

In the parallel programming mode, there is no auto-erase cycle. To reprogram any non-blank byte, the user needs to use the Chip Erase operation first to erase both arrays.

Parallel Programming Algorithm: To program and verify the AT89S8252 in the parallel programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
 - Apply power between V_{CC} and GND pins.
 - Set RST pin to "H".
 - Apply a 3 MHz to 24 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Set \overline{PSEN} pin to "L"
 - ALE pin to "H"
 - \overline{EA} pin to "H" and all other pins to "H".
3. Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P2.6, P2.7, P3.6, P3.7 to select one of the programming operations shown in the Flash Programming Modes table.
4. Apply the desired byte address to pins P1.0 to P1.7 and P2.0 to P2.5.
 - Apply data to pins P0.0 to P0.7 for Write Code operation.
5. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V to enable Flash programming, erase or verification.
6. Pulse ALE/PROG once to program a byte in the Code memory array, the Data memory array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.5 ms.
7. To verify the byte just programmed, bring pin P2.7 to "L" and read the programmed data at pins P0.0 to P0.7.
8. Repeat steps 3 through 7 changing the address and data for the entire 2K or 8K bytes array or until the end of the object file is reached.
9. Power-off sequence:
 - Set XTAL1 to "L".
 - Set RST and \overline{EA} pins to "L".
 - Turn V_{CC} power off.





In the parallel programming mode, there is no auto-erase cycle and to reprogram any non-blank byte, the user needs to use the Chip Erase operation first to erase both arrays.

Data Polling: The AT89S8252 features $\overline{\text{DATA}}$ Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a byte write cycle in the parallel or serial programming mode, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on P0.7 (parallel mode), and on the MSB of the serial output byte on MISO (serial mode). Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{\text{DATA}}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming in the parallel programming mode can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.4 is pulled Low after ALE goes High during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed Code or Data byte can be read back via the address and data lines for verification. The state of the lock bits can also be verified directly in the parallel programming mode. In the serial programming mode, the state of the lock bits can only be verified indirectly by observing that the lock bit features are enabled.

Chip Erase: Both Flash and EEPROM arrays are erased electrically at the same time. In the parallel programming mode, chip erase is initiated by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ low for 10 ms. The Code and Data arrays are written with all "1"s in the Chip Erase operation.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 16 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data outputs.

Serial Programming Fuse: A programmable fuse is available to disable Serial Programming if the user needs maximum system security. The Serial Programming Fuse can only be programmed or erased in the Parallel Programming Mode.

The AT89S8252 is shipped with the Serial Programming Mode enabled.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H and 031H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows:

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(031H) = 72H indicates 89S8252

programming interface

Every code byte in the Flash and EEPROM arrays can be written, and the entire array can be erased, by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

Most worldwide major programming vendors offer support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Serial Downloading

Both the Code and Data memory arrays can be programmed using the serial SPI bus while RST is pulled to V_{CC} . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before program/erase operations can be executed.

An auto-erase cycle is built into the self-timed programming operation (in the serial mode ONLY) and there is no need to first execute the Chip Erase instruction unless any of the lock bits have been programmed. The Chip Erase operation turns the content of every memory location in both the Code and Data arrays into FFH.

The Code and Data memory arrays have separate address spaces:

0000H to 1FFFFH for Code memory and 000H to 7FFFH for Data memory.

Either an external system clock is supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/40 of the crystal frequency. With a 24 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 600 kHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S8252 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
Apply power between VCC and GND pins.
Set RST pin to "H".
If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 24 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 40.
3. The Code or Data array is programmed one byte at a time by supplying the address and data together with the appropriate Write instruction. The selected memory location is first automatically erased before new data is written. The write cycle is self-timed and typically takes less than 2.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction which returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal operation.
6. Power-off sequence (if needed):
Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
Set RST to "L".
Turn V_{CC} power off.



Serial Programming Instruction

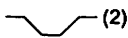
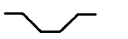
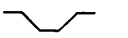

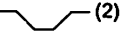
The Instruction Set for Serial Programming follows a 3-byte protocol and is shown in the following table:

Instruction Set

Instruction	Input Format			Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	Enable serial programming interface after RST goes high.
Chip Erase	1010 1100	xxxx x100	xxxx xxxx	Chip erase both 8K & 2K memory arrays.
Read Code Memory	aaaa a001	low addr	xxxx xxxx	Read data from Code memory array at the selected address. The 5 MSBs of the first byte are the high order address bits. The low order address bits are in the second byte. Data are available at pin MISO during the third byte.
Write Code Memory	aaaa a010	low addr	data in	Write data to Code memory location at selected address. The address bits are the 5 MSBs of the first byte together with the second byte.
Read Data Memory	00aa a101	low addr	xxxx xxxx	Read data from Data memory array at selected address. Data are available at pin MISO during the third byte.
Write Data Memory	00aa a110	low addr	data in	Write data to Data memory location at selected address.
Write Lock Bits	1010 1100	LB1 LB2 LB3 x111	xxxx xxxx	Write lock bits. Set LB1, LB2 or LB3 = "0" to program lock bits.

- Notes:
1. DATA polling is used to indicate the end of a byte write cycle which typically takes less than 2.5 ms at 5V.
 2. "aaaaa" = high order address.
 3. "x" = don't care.

Flash and EEPROM Parallel Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V _{pp}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7	Data I/O P0.7:0	Address P2.5:0 P1.7:0
Serial Prog. Modes	H	h ⁽¹⁾	h ⁽¹⁾	x						
Chip Erase	H	L	 (2)	12V	H	L	L	L	X	X
Write (10K bytes) Memory	H	L		12V	L	H	H	H	DIN	ADDR
Read (10K bytes) Memory	H	L	H	12V	L	L	H	H	DOUT	ADDR
Write Lock Bits:	H	L		12V	H	L	H	L	DIN	X
Bit - 1									P0.7 = 0	X
Bit - 2									P0.6 = 0	X
Bit - 3									P0.5 = 0	X
Read Lock Bits:	H	L	H	12V	H	H	L	L	DOUT	X
Bit - 1									@P0.2	X
Bit - 2									@P0.1	X
Bit - 3									@P0.0	X
Read Atmel Code	H	L	H	12V	L	L	L	L	DOUT	30H
Read Device Code	H	L	H	12V	L	L	L	L	DOUT	31H
Serial Prog. Enable	H	L	 (2)	12V	L	H	L	H	P0.0 = 0	X
Serial Prog. Disable	H	L	 (2)	12V	L	H	L	H	P0.0 = 1	X
Read Serial Prog. Fuse	H	L	H	12V	H	H	L	H	@P0.0	X

- Notes:
1. "h" = weakly pulled "High" internally.
 2. Chip Erase and Serial Programming Fuse require a 10 ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse. Chip Erase needs to be performed first before reprogramming any byte with a content other than FFH.
 3. P3.4 is pulled Low during programming to indicate RDY/BSY.
 4. "X" = don't care



Figure 13. Programming the Flash/EEPROM Memory

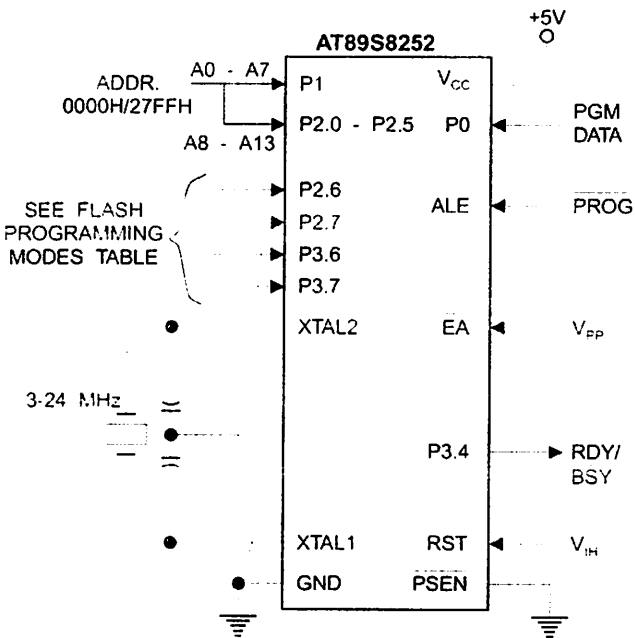


Figure 15. Flash/EEPROM Serial Downloading

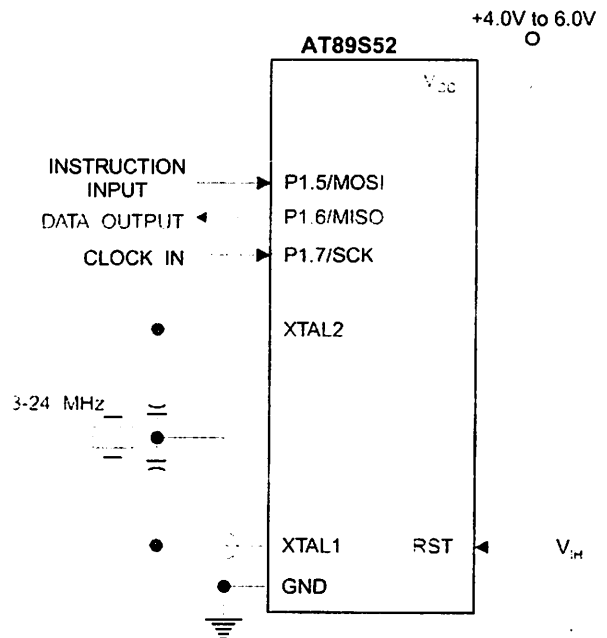
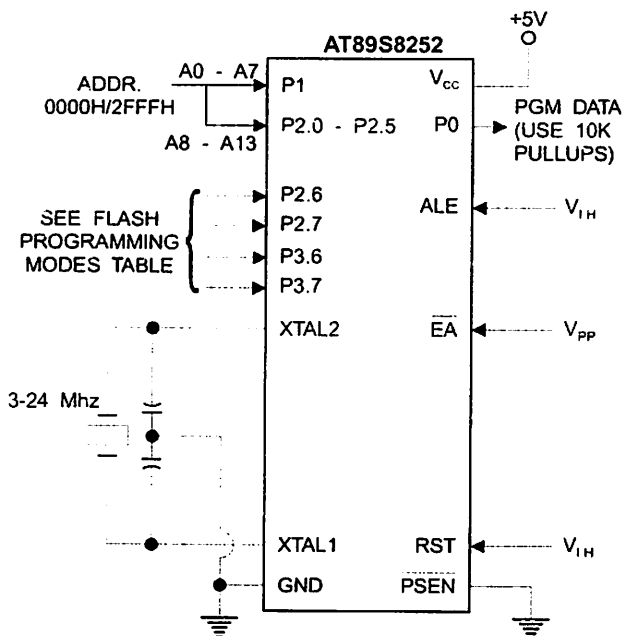


Figure 14. Verifying the Flash/EEPROM Memory



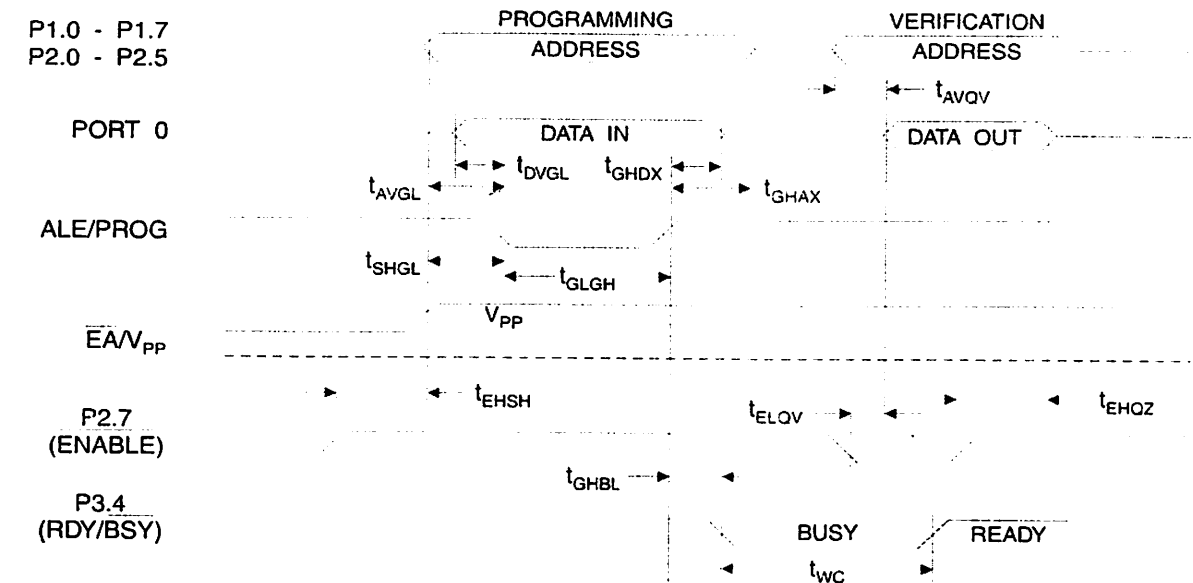
AT89S8252

Flash Programming and Verification Characteristics – Parallel Mode

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0V ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I _{PP}	Programming Enable Current		1.0	mA
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t _{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHAX}	Address Hold after $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHDx}	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{ESH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{SHGL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t _{AVQV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{EHQZ}	Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48t _{CLCL}	
t _{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Flash/EEPROM Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode





Serial Downloading Waveforms

SERIAL CLOCK INPUT

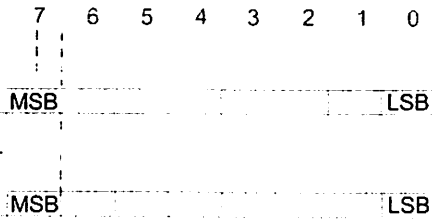
SCK/P1.7

SERIAL DATA INPUT

MOSI/P1.5

SERIAL DATA OUTPUT

MISO/P1.6



Serial Programming Characteristics

Figure 16. Serial Programming Timing

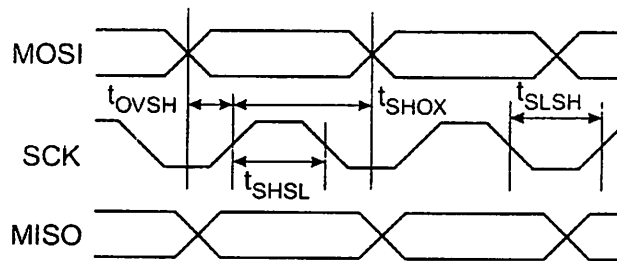


Table 11. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 6.0\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		24	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	41.6			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$24 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$24 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 5.0V ± 20%, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low-voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	0.2 V _{CC} - 0.1	V
V _{IL1}	Input Low-voltage (\overline{EA})		-0.5	0.2 V _{CC} - 0.3	V
V _{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} + 0.9	V _{CC} + 0.5	V
V _{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V _{CC}	V _{CC} + 0.5	V
V _{OL}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	I _{OL} = 1.6 mA		0.5	V
V _{OL1}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	I _{OL} = 3.2 mA		0.5	V
V _{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	I _{OH} = -60 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -25 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -10 μA	0.9 V _{CC}		V
V _{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I _{OH} = -800 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -300 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -80 μA	0.9 V _{CC}		V
I _L	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 0.45V		-50	μA
I _{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 2V, V _{CC} = 5V ± 10%		-650	μA
I _{LI}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	0.45 < V _{IN} < V _{CC}		±10	μA
R _{RST}	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C _{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
I _{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6V		100	μA
		V _{CC} = 3V		40	μA

- Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA; Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V





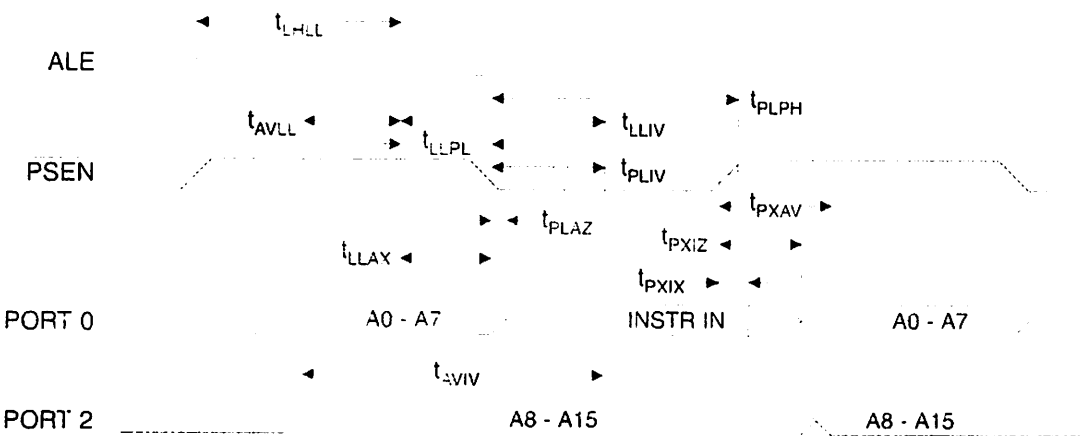
AC Characteristics

Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

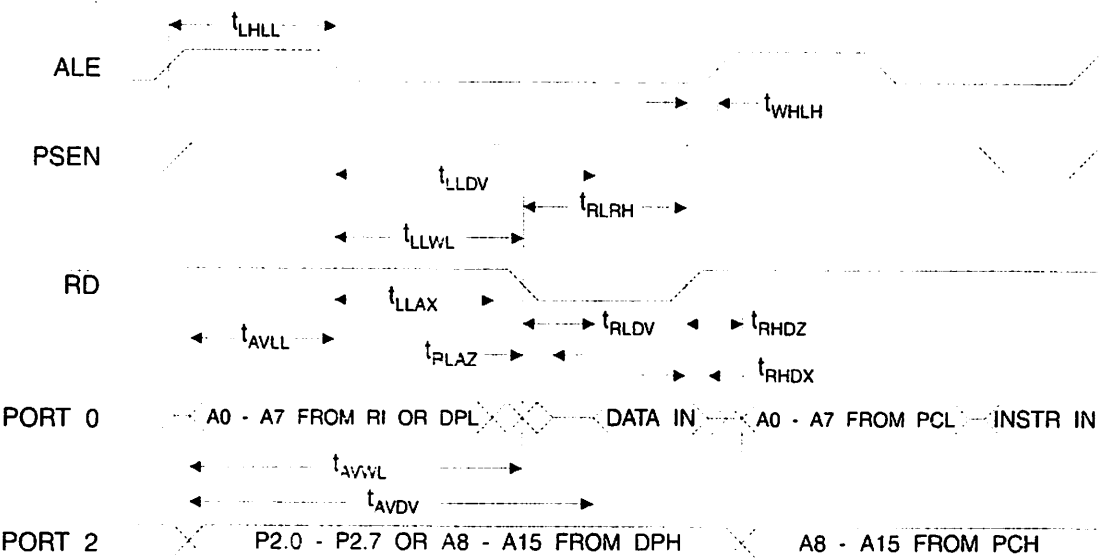
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	Variable Oscillator		Units
		Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{HLHLL}	ALE Pulse Width	$2t_{\text{CLCL}} - 40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	$t_{\text{CLCL}} - 13$		ns
t_{LLAX}	Address Hold after ALE Low	$t_{\text{CLCL}} - 20$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		$4t_{\text{CLCL}} - 65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	$t_{\text{CLCL}} - 13$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	$3t_{\text{CLCL}} - 20$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		$3t_{\text{CLCL}} - 45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold after $\overline{\text{PSEN}}$	0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float after $\overline{\text{PSEN}}$		$t_{\text{CLCL}} - 10$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	$t_{\text{CLCL}} - 8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		$5t_{\text{CLCL}} - 55$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	$6t_{\text{CLCL}} - 100$		ns
t_{WLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	$6t_{\text{CLCL}} - 100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		$5t_{\text{CLCL}} - 90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold after $\overline{\text{RD}}$	0		ns
t_{RHDZ}	Data Float after $\overline{\text{RD}}$		$2t_{\text{CLCL}} - 28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		$8t_{\text{CLCL}} - 150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		$9t_{\text{CLCL}} - 165$	ns
t_{LWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	$3t_{\text{CLCL}} - 50$	$3t_{\text{CLCL}} + 50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	$4t_{\text{CLCL}} - 75$		ns
t_{DVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	$t_{\text{CLCL}} - 20$		ns
t_{DVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	$7t_{\text{CLCL}} - 120$		ns
t_{VHDX}	Data Hold after $\overline{\text{WR}}$	$t_{\text{CLCL}} - 20$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0	ns
t_{VHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	$t_{\text{CLCL}} - 20$	$t_{\text{CLCL}} + 25$	ns

External Program Memory Read Cycle

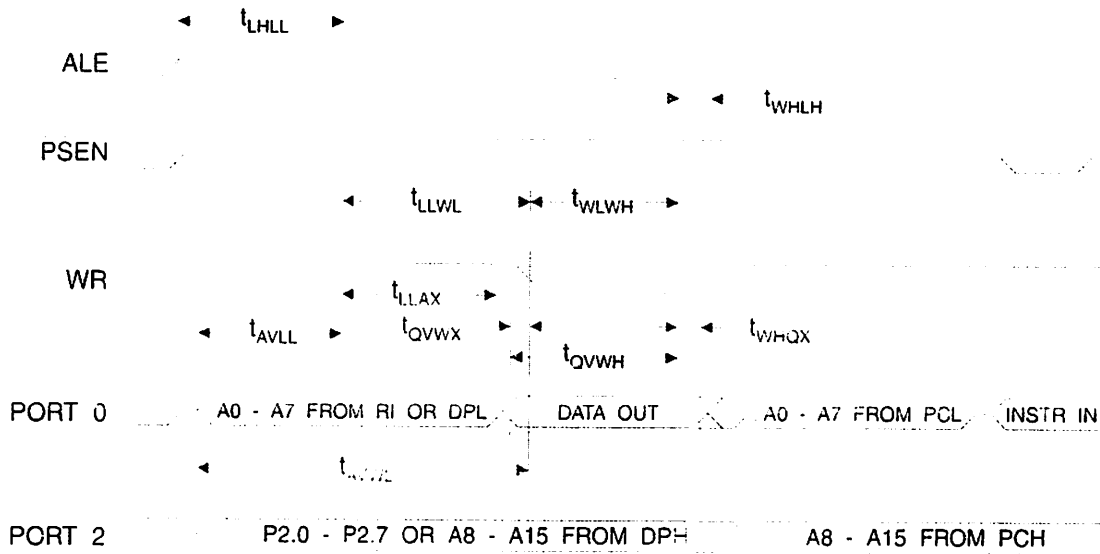


External Data Memory Read Cycle

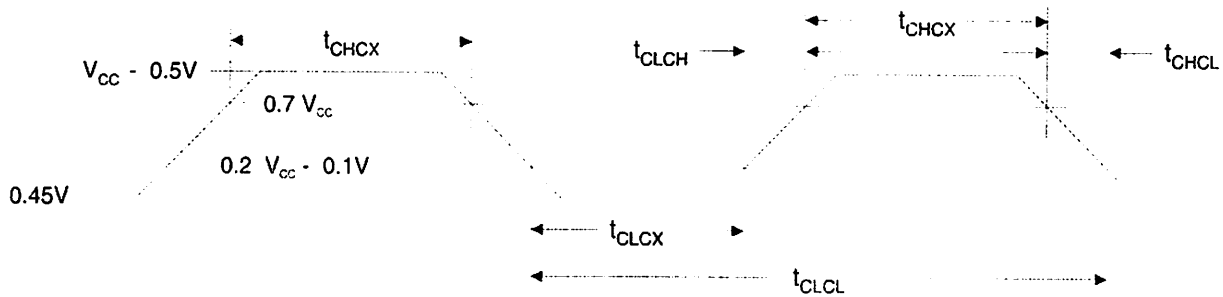




External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

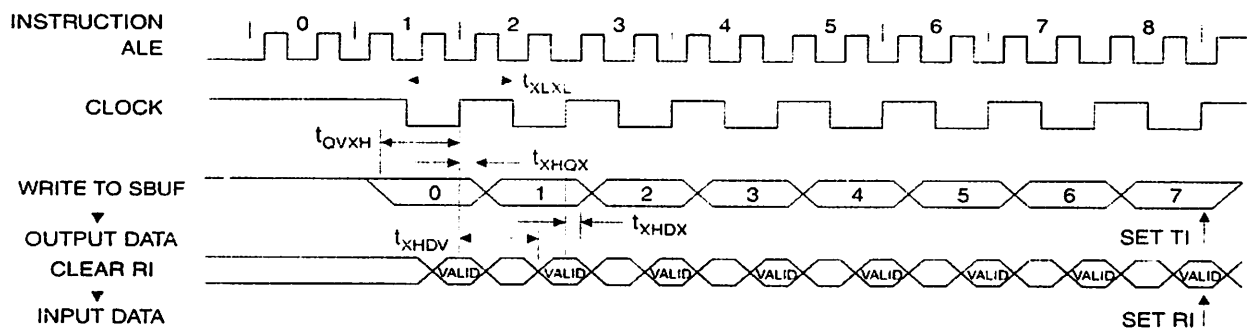
Symbol	Parameter	V _{CC} = 4.0V to 6.0V		Units
		Min	Max	
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
CLCL	Clock Period	41.6		ns
CHCX	High Time	15		ns
CLCX	Low Time	15		ns
CLCH	Rise Time		20	ns
CHCL	Fall Time		20	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

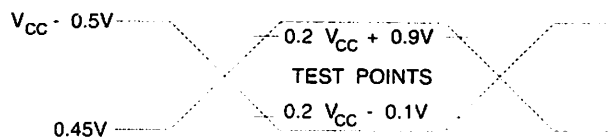
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $6V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Symbol	Parameter	Variable Oscillator		Units
		Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	$10t_{CLCL} - 133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	$2t_{CLCL} - 117$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		$10t_{CLCL} - 133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

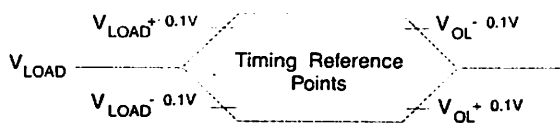


AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

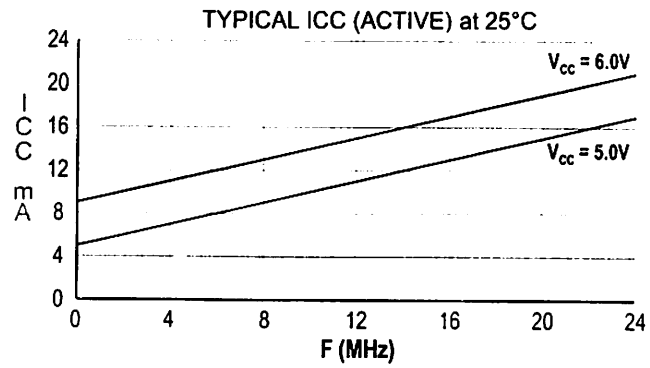
Float Waveforms⁽¹⁾



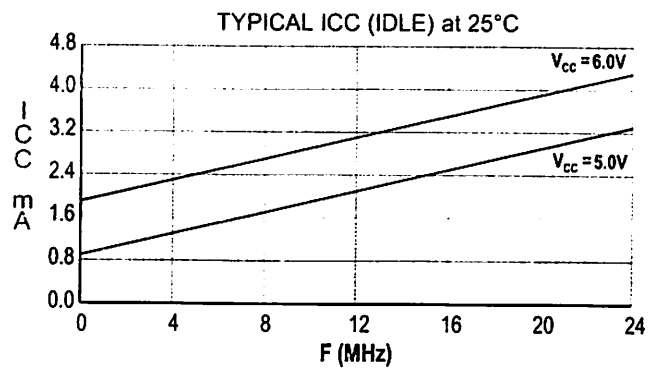
Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.



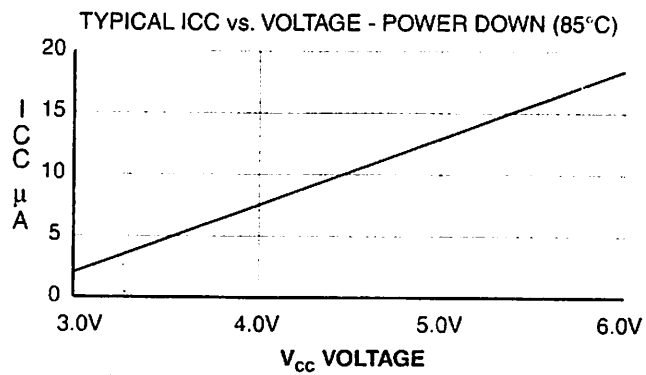
AT89S8252



AT89S8252



AT89S8252



- Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
 2. Lock bits programmed

Ordering Information

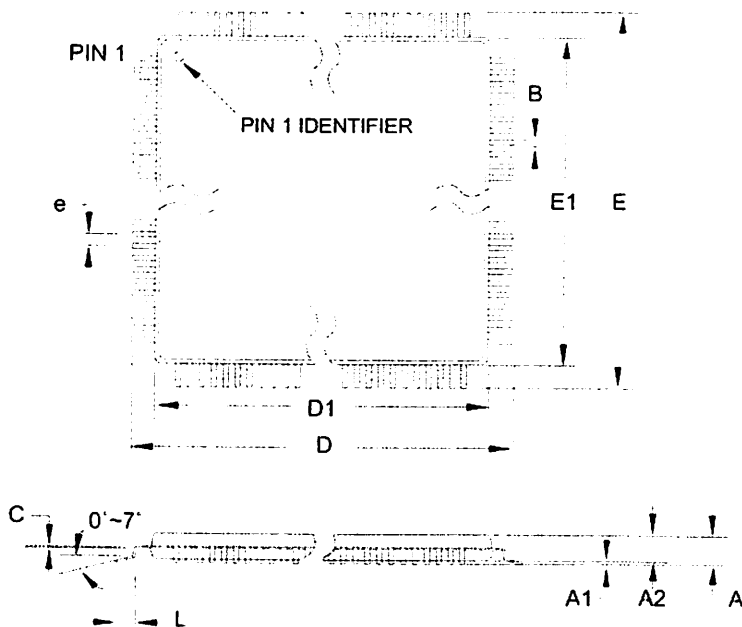
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 6.0V	AT89S8252-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S8252-24JC	44J	
		AT89S8252-24PC	40P6	
	4.0V to 6.0V	AT89S8252-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S8252-24JI	44J	
		AT89S8252-24PI	40P6	

Package Type	
A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)



Packaging Information

A – TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	1.20	
A1	0.05	–	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	–	0.45	
C	0.09	–	0.20	
L	0.45	–	0.75	
e	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

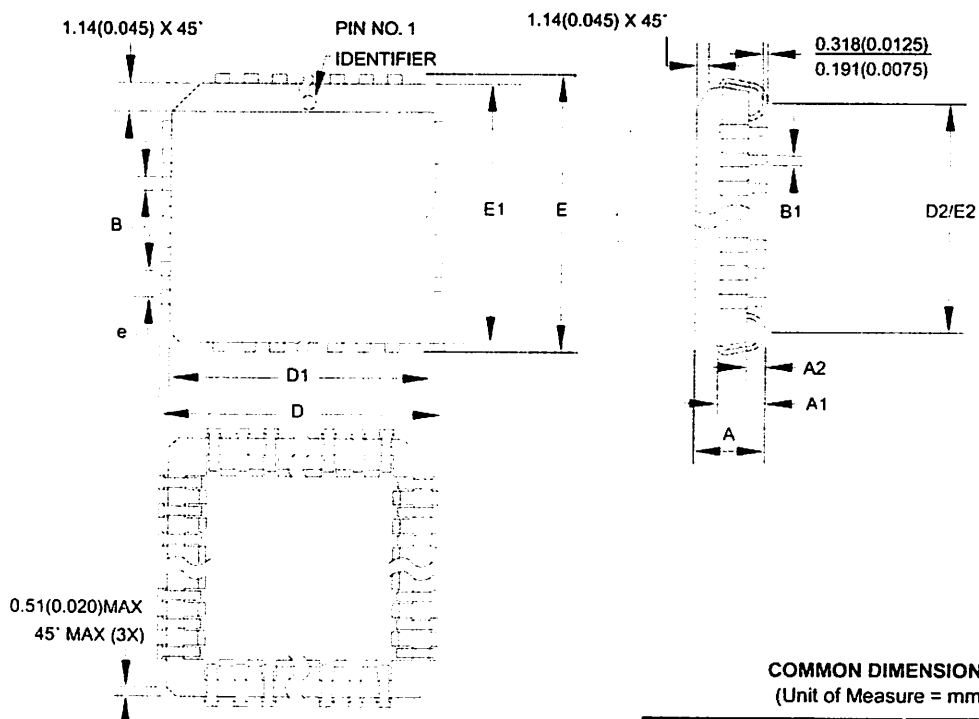
10/5/2001

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 44A , 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	DRAWING NO.	REV.
		44A	B

AT89S8252

0401F-MICRO-11/03

44J – PLCC



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	–	4.572	
A1	2.286	–	3.048	
A2	0.508	–	–	
D	17.399	–	17.653	
D1	16.510	–	16.662	Note 2
E	17.399	–	17.653	
E1	16.510	–	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	–	16.002	
B	0.660	–	0.813	
B1	0.330	–	0.533	
e	1.270 TYP			

- Notes:
- 1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 - 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 - 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

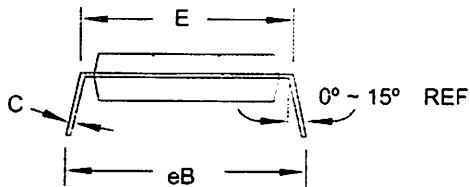
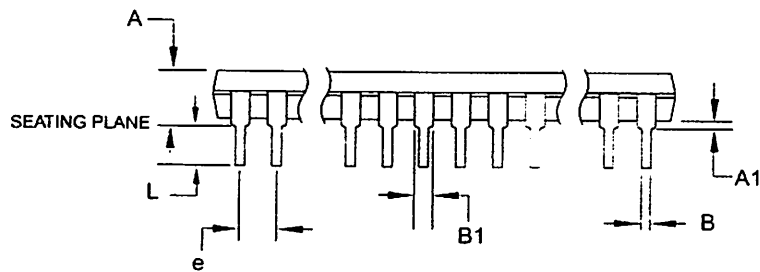
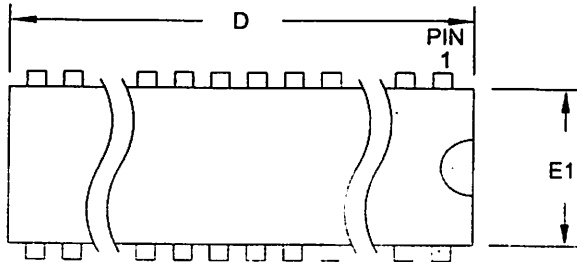
10/04/01

 2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	DRAWING NO.	REV.
		44J	B





P6 – PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.826	
A1	0.381	–	–	
D	52.070	–	52.578	Note 2
E	15.240	–	15.875	
E1	13.462	–	13.970	Note 2
B	0.356	–	0.559	
B1	1.041	–	1.651	
L	3.048	–	3.556	
C	0.203	–	0.381	
eB	15.494	–	17.526	
e	2.540 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011. Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion.
Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 40P6 , 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO.	REV.
		40P6	B

AT89S8252

0401F–MICRO–11/03



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Europe

Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Asia

Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Pan

9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantreterie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Disclaimer: Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use in life support devices or systems.

Atmel Corporation 2003. All rights reserved. Atmel® and combinations thereof are the registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. MCS® is a registered trademark of Intel Corporation. Other terms and product names may be the trademarks of others.

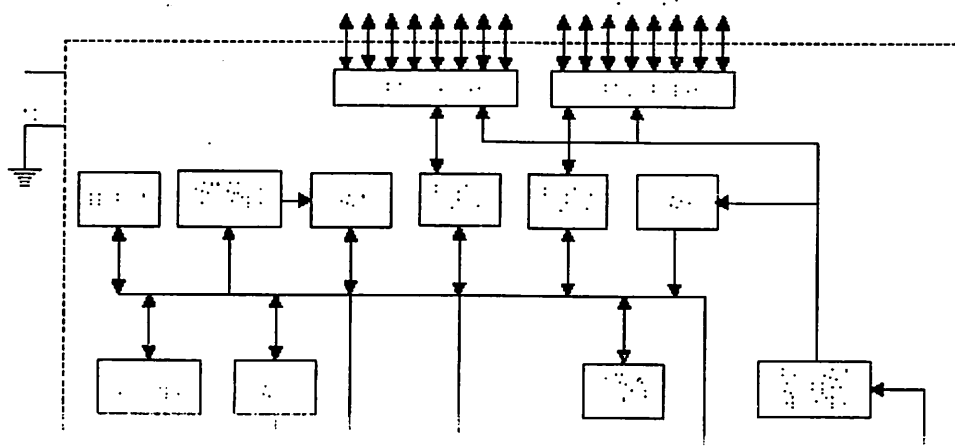


Printed on recycled paper.

0401F-MICRO-11/03

xM

Diagram blok dari IC AT89S8252 seperti gambar 2.1 dibawah ini.



Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 1.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

Rev. 2487A-10/01





Pin Configurations

PDIP

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

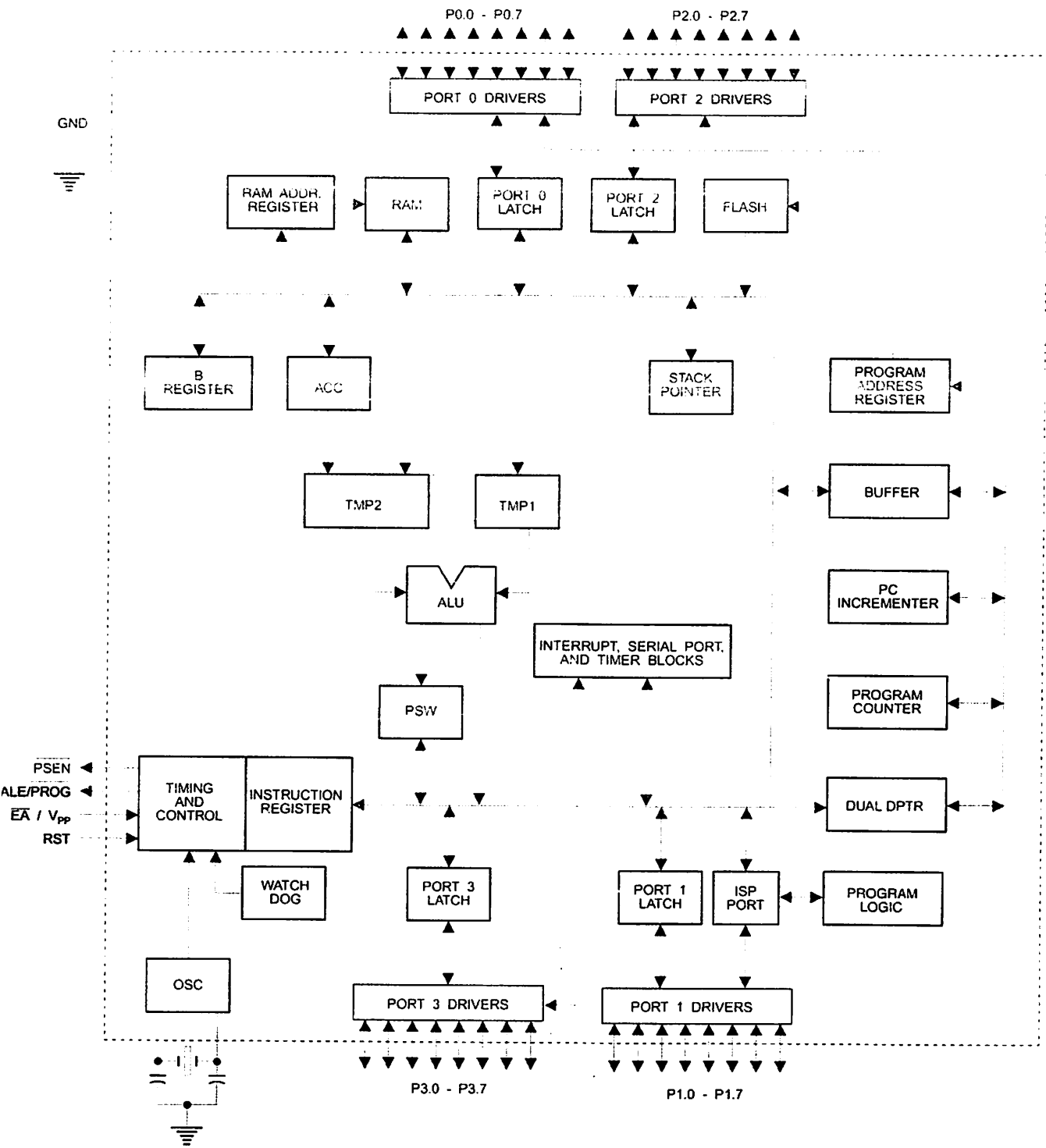
PLCC

P1.4	6	P1.3	5	P1.2	4	P1.1	3	P1.0	2	NC	1	VCC	44	P0.0 (AD0)	43	P0.1 (AD1)	42	P0.2 (AD2)	41	P0.3 (AD3)	40	P0.4 (AD4)	39	P0.5 (AD5)	38	P0.6 (AD6)	37	P0.7 (AD7)	36	EA/VPP	35	NC	34	ALE/PROG	33	PSEN	32	P2.7 (A15)	31	P2.6 (A14)	30	P2.5 (A13)	29	P2.4 (A12)	28	P2.3 (A11)	27	P2.2 (A10)	26	P2.1 (A9)	25	P2.0 (A8)	24	NC	23	GND	22	XTAL1	21	XTAL2	20	(RD) P3.7	19	(WR) P3.6	18	(T1) P3.5	17	(T0) P3.4	16	(INT1) P3.3	15	(INT0) P3.2	14	(TXD) P3.1	13	NC	12	(RXD) P3.0	11	RST	10	(SCK) P1.7	9	(MISO) P1.6	8	(MOSI) P1.5	7
------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	----	---	-----	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	--------	----	----	----	----------	----	------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	-----------	----	-----------	----	----	----	-----	----	-------	----	-------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-------------	----	-------------	----	------------	----	----	----	------------	----	-----	----	------------	---	-------------	---	-------------	---

TQFP

P1.4	44	P1.3	43	P1.2	42	P1.1	41	P1.0	40	NC	39	VCC	38	P0.0 (AD0)	37	P0.1 (AD1)	36	P0.2 (AD2)	35	P0.3 (AD3)	34	P0.4 (AD4)	33	P0.5 (AD5)	32	P0.6 (AD6)	31	P0.7 (AD7)	30	EA/VPP	29	NC	28	ALE/PROG	27	PSEN	26	P2.7 (A15)	25	P2.6 (A14)	24	P2.5 (A13)	23	P2.4 (A12)	22	P2.3 (A11)	21	P2.2 (A10)	20	P2.1 (A9)	19	P2.0 (A8)	18	GND	17	GND	16	XTAL1	15	XTAL2	14	(RD) P3.7	13	(WR) P3.6	12	(T1) P3.5	11	(T0) P3.4	10	(INT1) P3.3	9	(INT0) P3.2	8	(TXD) P3.1	7	NC	6	(RXD) P3.0	5	RST	4	(SCK) P1.7	3	(MISO) P1.6	2	(MOSI) P1.5	1
------	----	------	----	------	----	------	----	------	----	----	----	-----	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	--------	----	----	----	----------	----	------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	------------	----	-----------	----	-----------	----	-----	----	-----	----	-------	----	-------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-------------	---	-------------	---	------------	---	----	---	------------	---	-----	---	------------	---	-------------	---	-------------	---

Block Diagram





Pin Description

V_{CC} Supply voltage.

GND Ground.

Port 0 Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

Port 1 Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

Port 2 Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3 Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

RESET

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

ALE/PROG

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable (PSEN) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

External Access Enable. EA must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, EA will be internally latched on reset.

EA should be strapped to VCC for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (VPP) during Flash programming.

TAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

TAL2

Output from the inverting oscillator amplifier





Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDRST XXXXXXXX	0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR

Address = 8EH

Reset Value = XXX00XX0B

Not Bit
Addressable

	—	—	—	WDIDLE	DISRTO	—	—	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

—

Reserved for future expansion

DISALE

Disable/Enable ALE

DISALE

Operating Mode

0

ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency

1

ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction

DISRTO

Disable/Enable Reset out

DISRTO

0

Reset pin is driven High after WDT times out

1

Reset pin is input only

WDIDLE

Disable/Enable WDT in IDLE mode

WDIDLE

0

WDT continues to count in IDLE mode

1

WDT halts counting in IDLE mode

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should always initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.



Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1

Address = A2H

Reset Value = XXXXXX0B

Not Bit
Addressable

	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

- Reserved for future expansion

DPS Data Pointer Register Select

DPS

0 Selects DPTR Registers DP0L, DP0H

1 Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

Memory Organization

Program Memory

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

If the \overline{EA} pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if \overline{EA} is connected to V_{CC} , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Watchdog Timer One-time Enabled with Reset-out

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it

AT89S51

should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 4 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle

Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)

(LSB)

EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	---	----	-----	-----	-----	-----

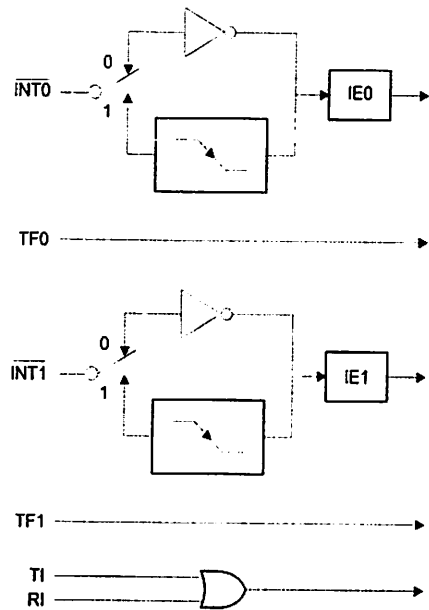
Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
-	IE.6	Reserved
-	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

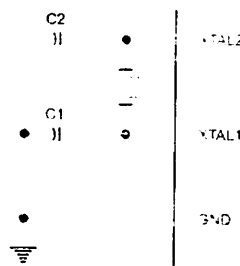
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

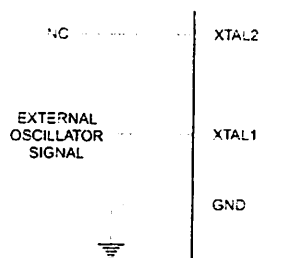
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals = 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt into $\overline{\text{INT0}}$ or $\overline{\text{INT1}}$. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.





Table 5. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Program
Memory Lock
bits

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of \overline{EA} must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming
the Flash –
Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S51, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{pp} to 12V.
5. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 μ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89S51 features \overline{Data} Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. \overline{Data} Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/ $\overline{\text{BSY}}$ output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{\text{BUSY}}$. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
 (100H) = 51H indicates 89S51
 (200H) = 06H

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

Programming the Flash – Serial Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to V_{CC} . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
 Apply power between VCC and GND pins.
 Set RST pin to "H".
 If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.





Power-off sequence (if needed):
Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
Set RST to "L".
Turn V_{CC} power off.

Data Polling: The Data Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

Serial Programming Instruction Set

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8 on page 18.

Programming Interface – Parallel Mode

Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Table 7. Flash Programming Modes

Mode	V _{CC}	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D _{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D _{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L		12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L		12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
 2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
 3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
 4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
 5. X = don't care.

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

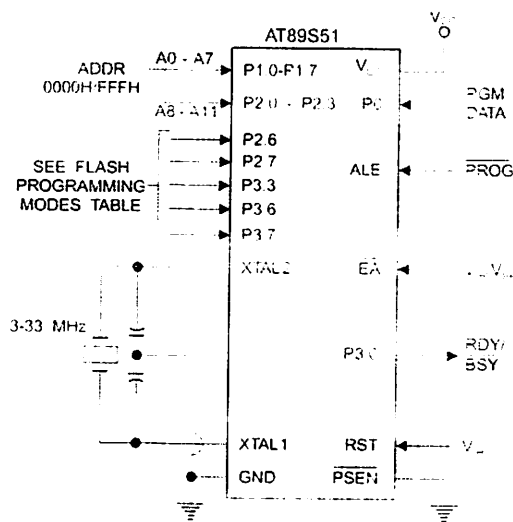
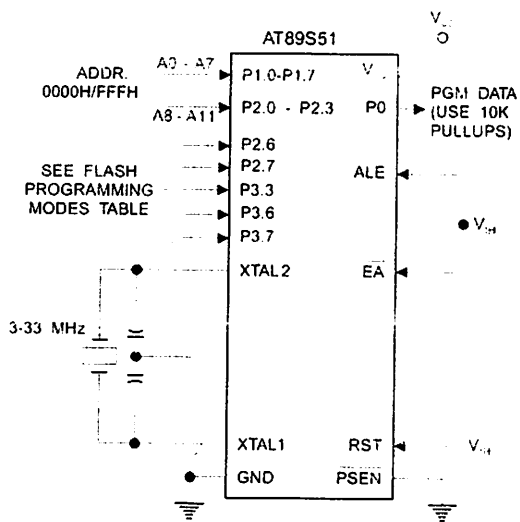


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)





Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

T_A = 20°C to 30°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I _{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I _{CC}	V _{CC} Supply Current		30	mA
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t _{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{EHSH}	P2.7 (ENABLE) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{SHGL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{GHSL}	V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	μs
t _{AVQV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{EHQZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48t _{CLCL}	
t _{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

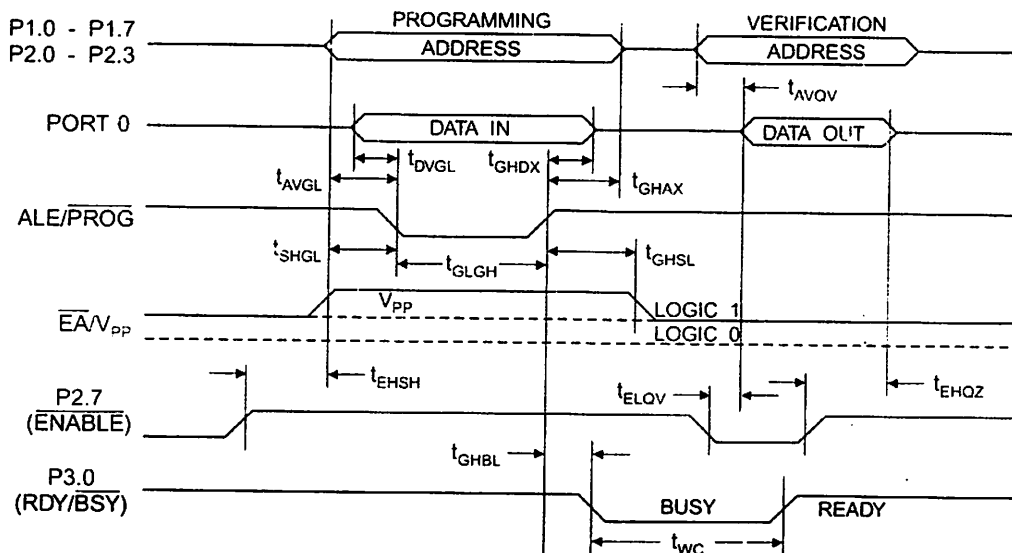
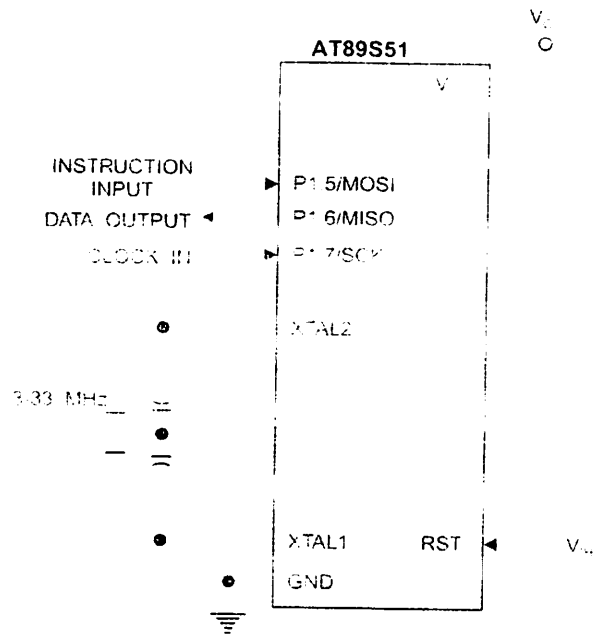


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

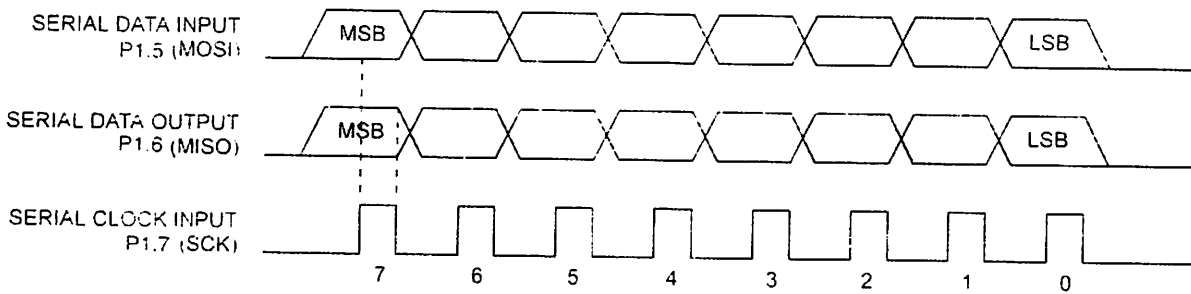




Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 B1 B0	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 LB0 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx A2 A1 A0	A0 xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

Notes: 1. The signature bytes are not readable in Lock Bit Modes 3 and 4.

2. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

Each of the lock bits needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

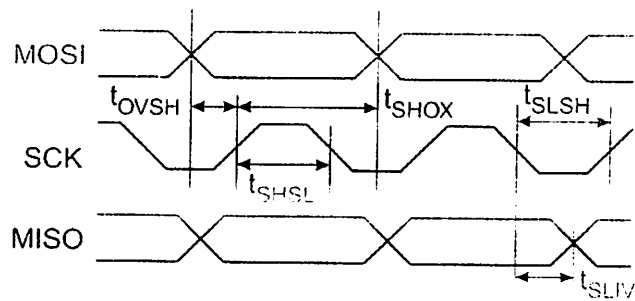


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
t_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SHSL}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLSH}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{OVSH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SHOX}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{ERASE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{SWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

The values shown in this table are valid for $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC}-0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC}-0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC}+0.9$	$V_{CC}+0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC}+0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{L}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{L1}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

- Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

AT89S51

AC Characteristics

Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

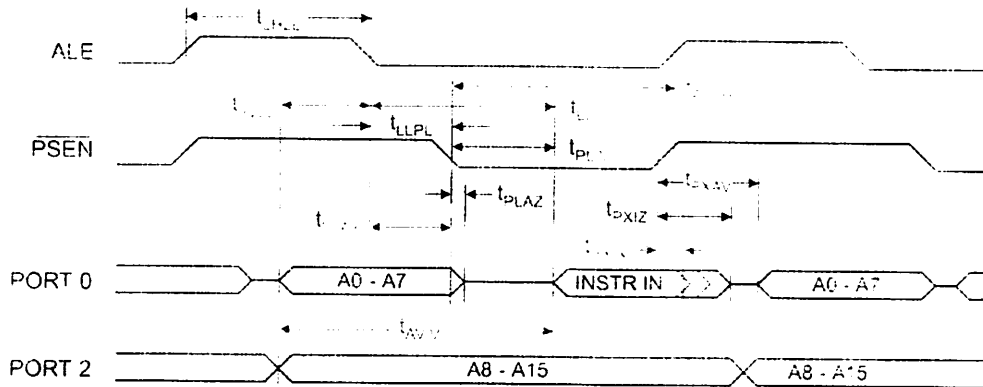
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f_{CLCL}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{HLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
t_{PIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PIXZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{VIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	ns
t_{LAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{VLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{LDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{HDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{HDZ}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{VDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{VWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{VWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
t_{VWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
t_{HQX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{HLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

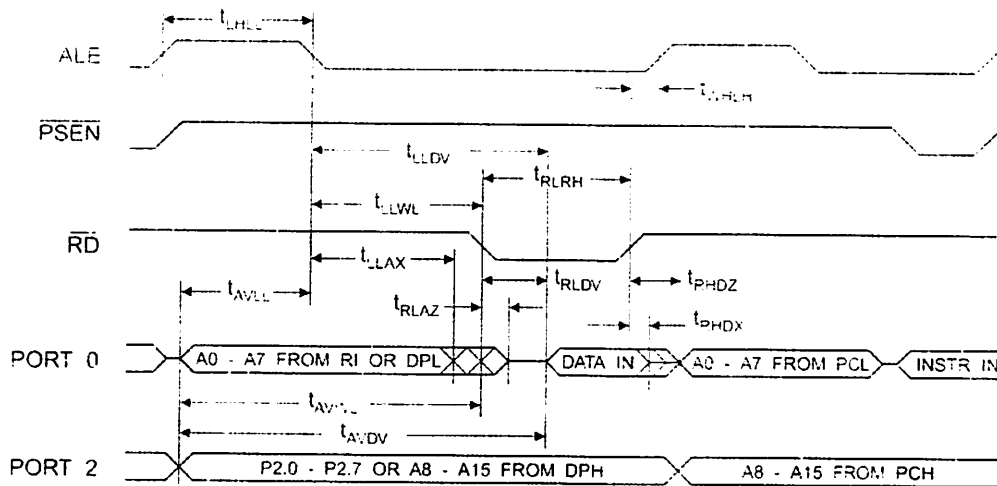




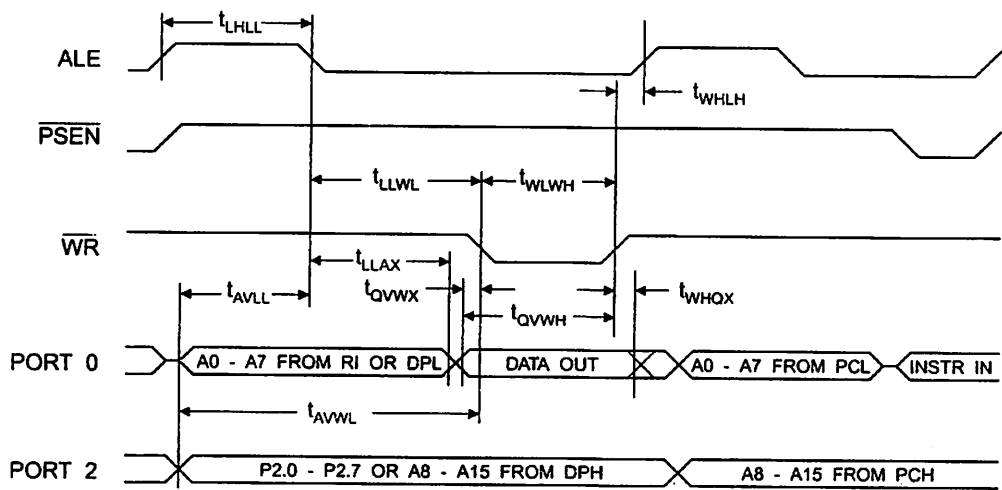
External Program Memory Read Cycle



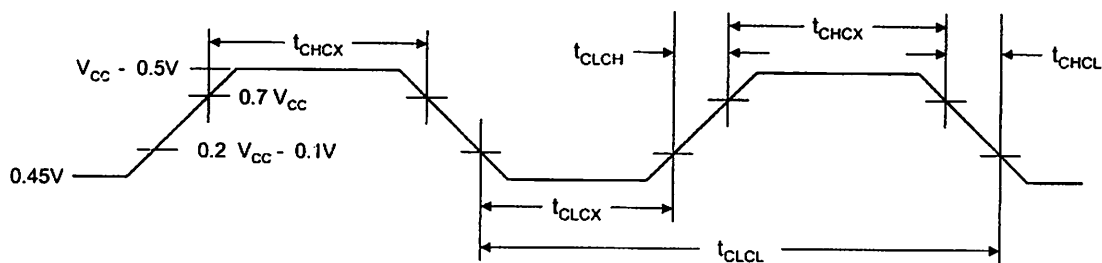
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{HCX}	High Time	12		ns
t_{LCX}	Low Time	12		ns
t_{LCH}	Rise Time		5	ns
t_{HCL}	Fall Time		5	ns



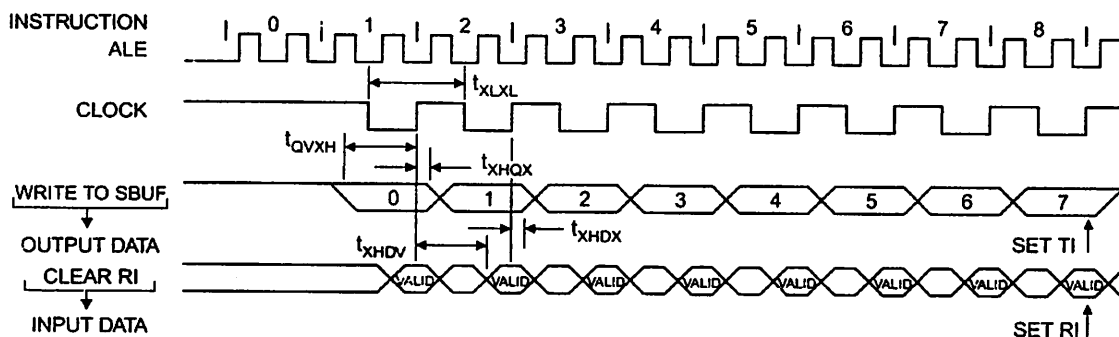


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

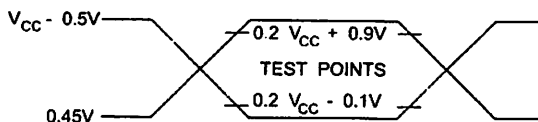
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-80$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

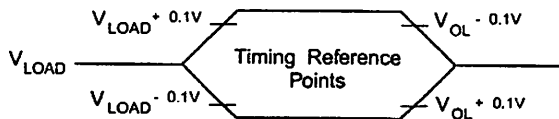


C Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Load Waveforms⁽¹⁾



1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

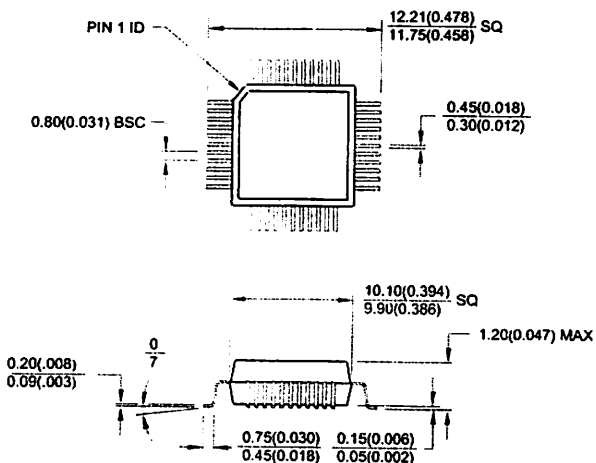
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

= Preliminary Availability

Package Type	
A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

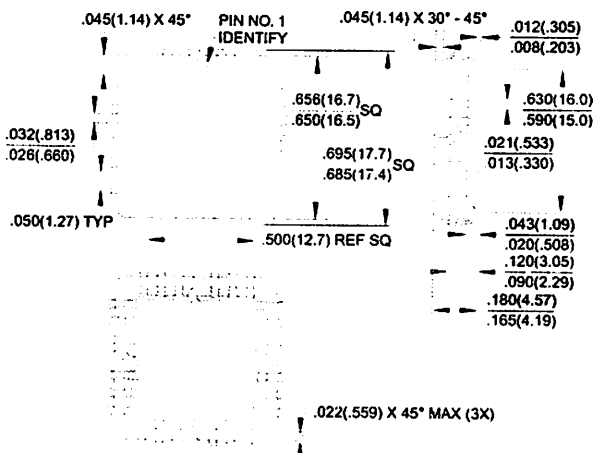
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP) Dimensions in Millimeters and (Inches)*

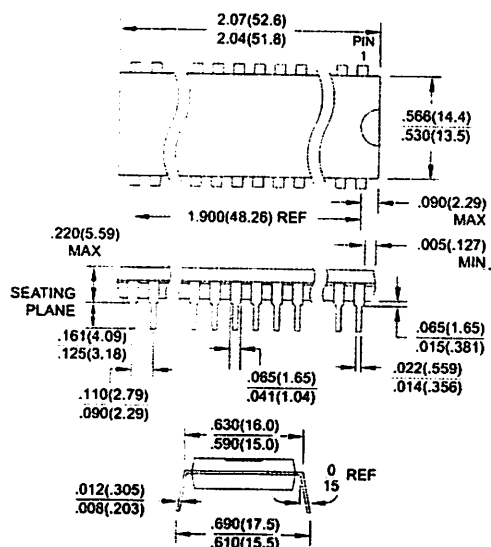


*Controlling dimension: millimeters

44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC) Dimensions in Inches and (Millimeters)



40P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP) Dimensions in Inches and (Millimeters) JEDEC STANDARD MS-011 AC



AT89S51



Atmel Headquarters

Corporate Headquarters

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe

Atmel SarL
Route des Arsenaux 41
Casa Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
TEL (41) 26-426-5555
FAX (41) 26-426-5500

Asia

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan

Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Product Operations

Atmel Colorado Springs

1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Grenoble

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
TEL (33) 4-7658-3000
FAX (33) 4-7658-3480

Atmel Heilbronn

Theresienstrasse 2
POB 3535
D-74025 Heilbronn, Germany
TEL (49) 71 31 67 25 94
FAX (49) 71 31 67 24 23

Atmel Nantes

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
TEL (33) 0 2 40 18 18 18
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

Atmel Rousset

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Atmel Smart Card ICs

Scottish Enterprise Technology Park
East Kilbride, Scotland G75 0QR
TEL (44) 1355-357-000
FAX (44) 1355-242-743

e-mail

literature@atmel.com

Web Site

<http://www.atmel.com>

Atmel Corporation 2001.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

ATMEL® is the registered trademark of Atmel.

Intel® is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

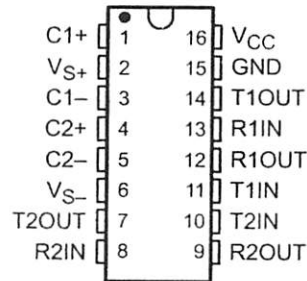
- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- $\pm 30\text{-V}$ Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

description

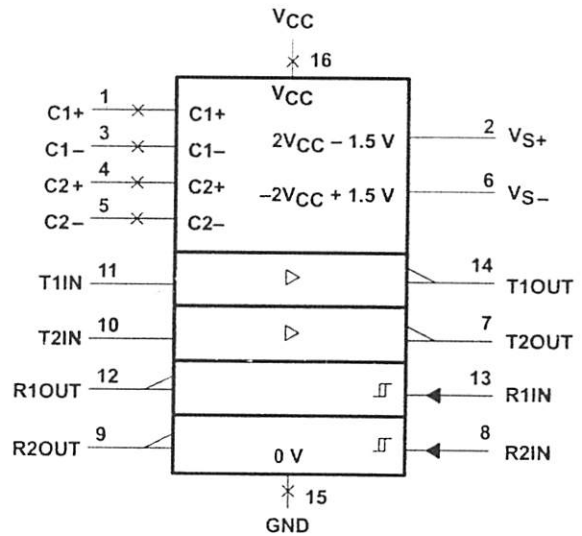
The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept $\pm 30\text{-V}$ inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C . The MAX232I is characterized for operation from -40°C to 85°C .

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D†	MAX232DW†	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX232ID†	MAX232IDW†	MAX232IN

† This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	–65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)		2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)				0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN				±30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0		70	°C
	MAX232I	–40		85	



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
VOH	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT RL = 3 kΩ to GND	5	7		V
		R1OUT, R2OUT IOH = −1 mA	3.5			
VOL	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT RL = 3 kΩ to GND		−7	−5	V
		R1OUT, R2OUT IOL = 3.2 mA			0.4	
VIT+	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN VCC = 5 V, TA = 25°C		1.7	2.4	V
VIT−	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN VCC = 5 V, TA = 25°C	0.8	1.2		V
Vhys	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN VCC = 5 V	0.2	0.5	1	V
ri	Receiver input resistance	R1IN, R2IN VCC = 5, TA = 25°C	3	5	7	kΩ
ro	Output resistance	T1OUT, T2OUT VS+ = VS− = 0, VO = ±2 V	300			Ω
IOS§	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT VCC = 5.5 V, VO = 0		±10		mA
IIS	Short-circuit input current	T1IN, T2IN VI = 0			200	μA
ICC	Supply current	VCC = 5.5 V, TA = 25°C All outputs open,		8	10	mA

† All typical values are at VCC = 5 V, TA = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

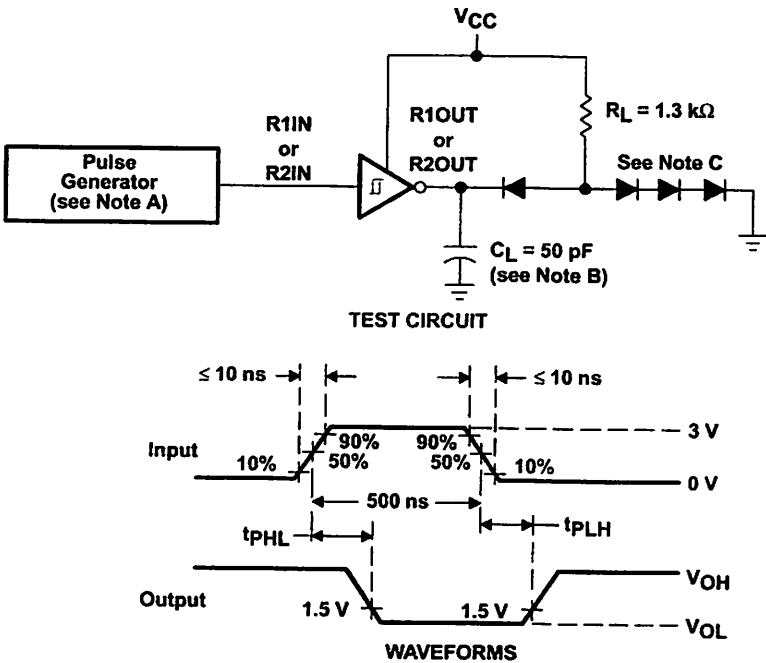
switching characteristics, VCC = 5 V, TA = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
tPLH(R)	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	See Figure 1		500		ns
tPHL(R)	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	See Figure 1		500		ns
SR	Driver slew rate	RL = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(tr)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

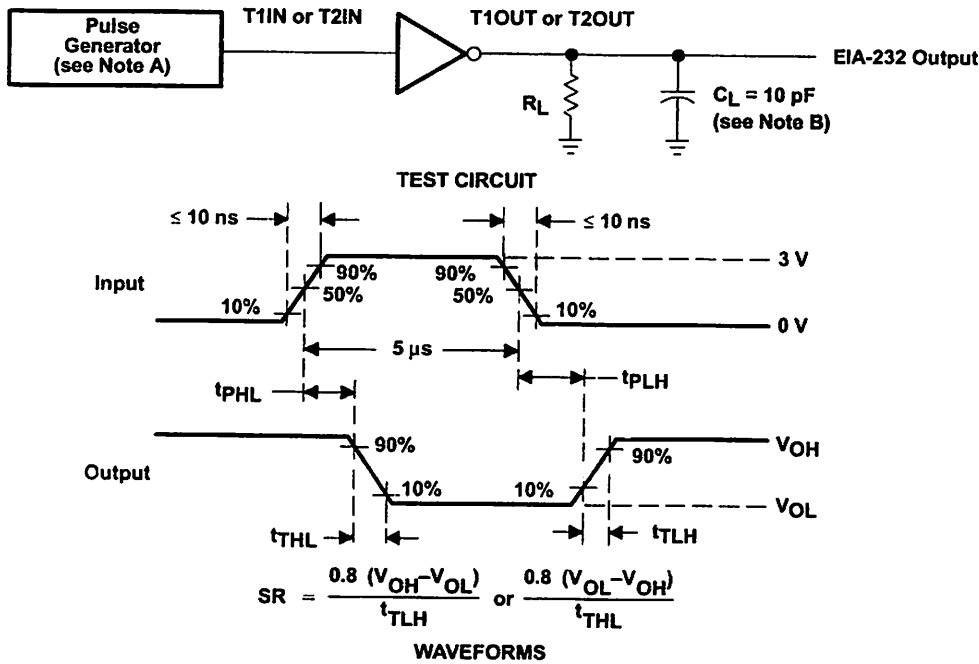
PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50\ \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.
C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

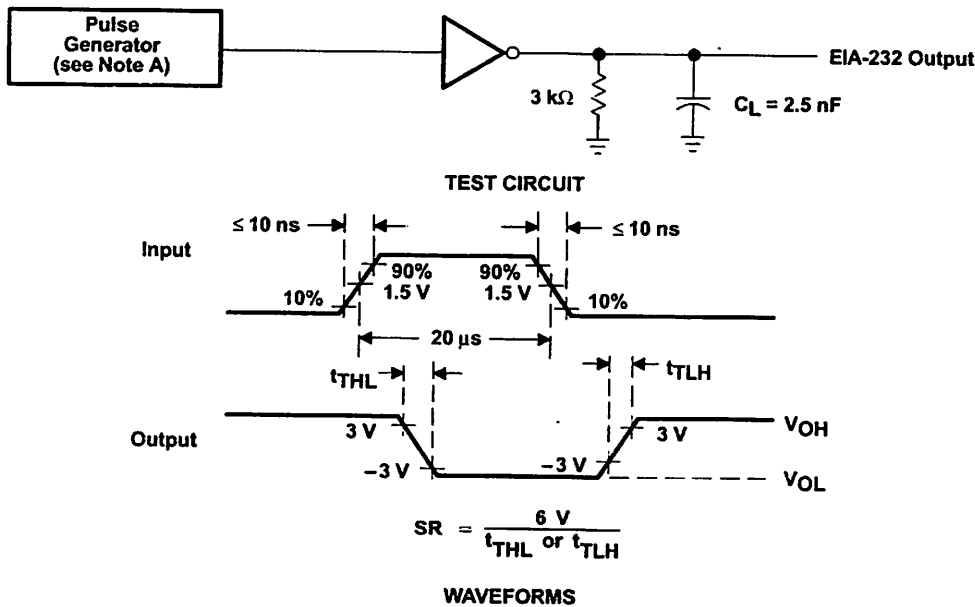
Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μs input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20- μs input)

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

APPLICATION INFORMATION

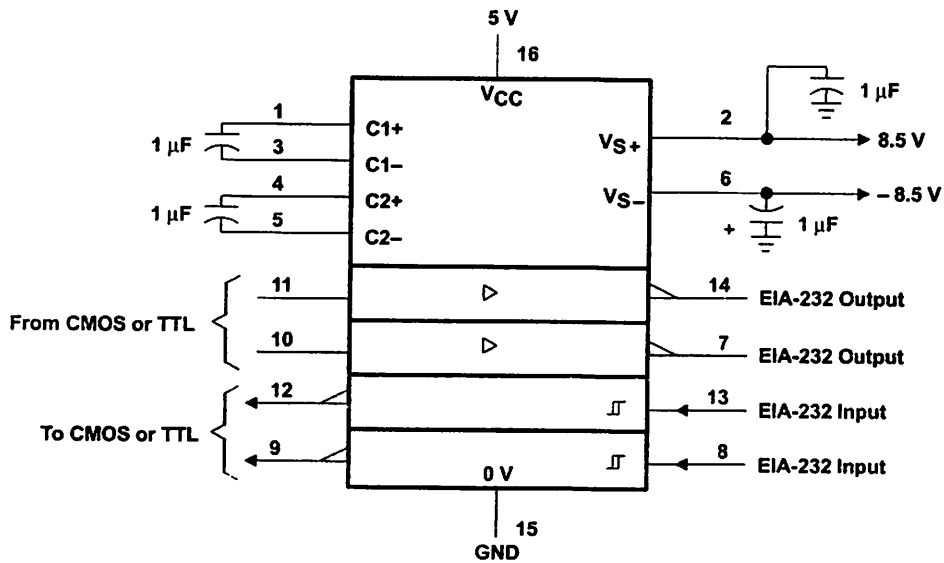


Figure 4. Typical Operating Circuit



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75285

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560

1 TO-92
1. Collector 2. Base 3. Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$ $I_C=100mA, I_B=5mA$		90 200	250 600	mV mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$ $I_C=100mA, I_B=5mA$		700 900		mV mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$ $V_{CE}=5V, I_C=10mA$	580	660	700 720	mV mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$ $f=1KHz, R_G=2K\Omega$		2 1.2	10 4	dB dB
		$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$ $R_G=2K\Omega, f=30\sim 15000MHz$		1.4 1.4	4 3	dB dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Typical Characteristics

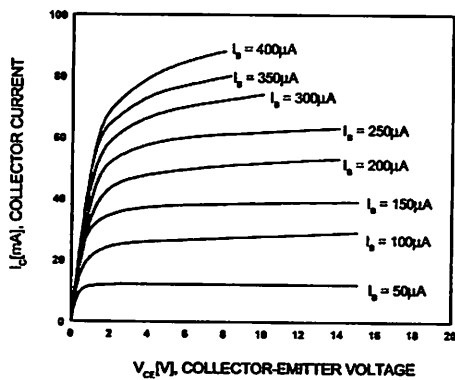


Figure 1. Static Characteristic

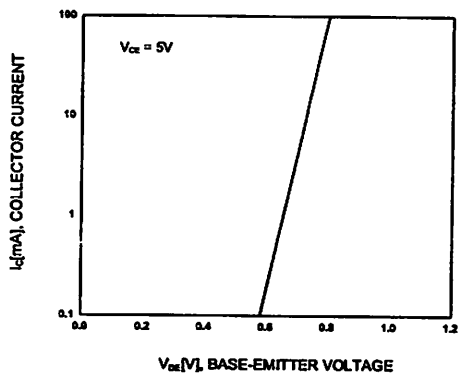


Figure 2. Transfer Characteristic

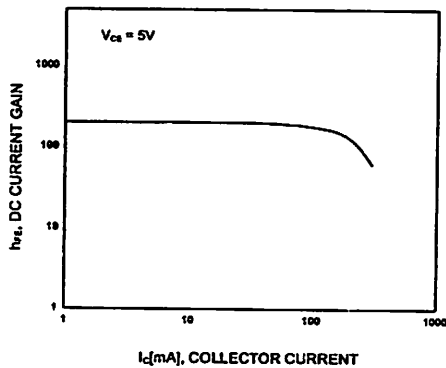


Figure 3. DC current Gain

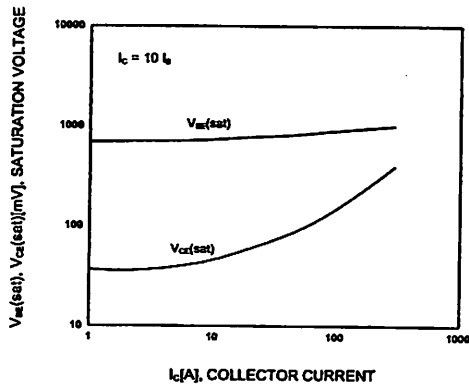


Figure 4. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

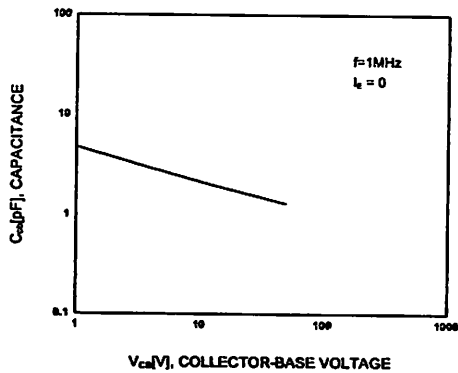


Figure 5. Output Capacitance

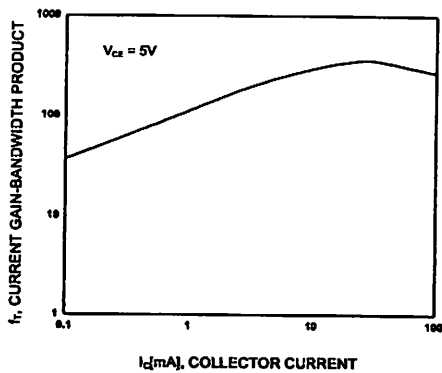
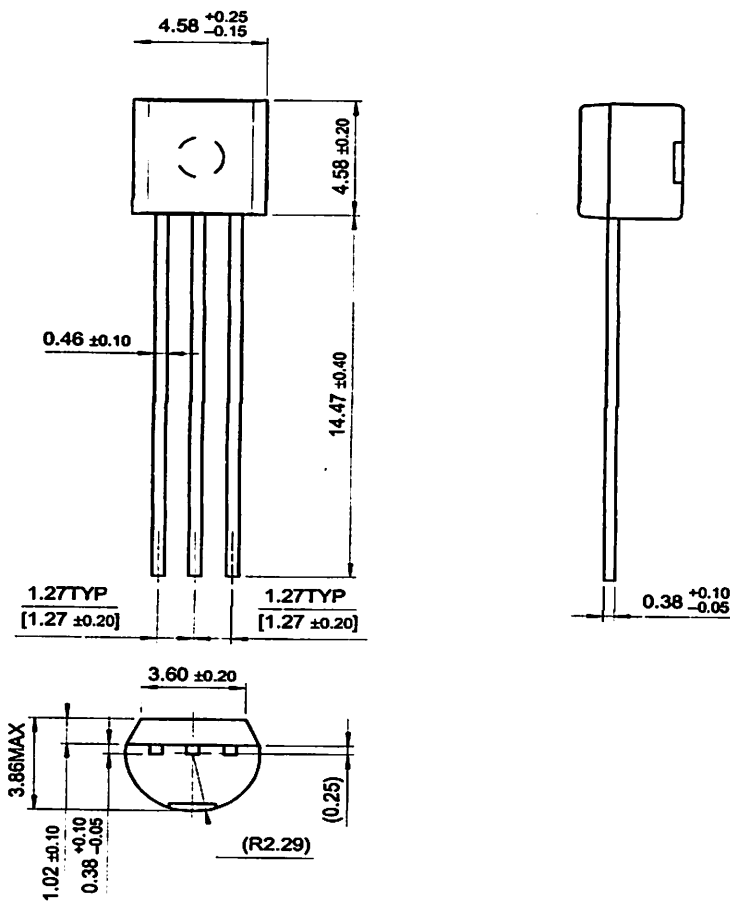


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FACT™	ImpliedDisconnect™	PACMAN™	SPM™
ActiveArray™	FACT Quiet series™	ISOPLANAR™	POP™	Stealth™
Bottomless™	FAST®	LittleFET™	Power247™	SuperSOT™-3
CoolFET™	FASTr™	MicroFET™	PowerTrench®	SuperSOT™-6
CROSSVOLT™	FRFET™	MicroPak™	QFET™	SuperSOT™-8
DOME™	GlobalOptoisolator™	MICROWIRE™	QS™	SyncFET™
EcoSPARK™	GTO™	MSX™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
E ² CMOS™	HiSeC™	MSXPro™	Quiet Series™	TruTranslation™
EnSigna™	I ² C™	OCX™	RapidConfigure™	UHC™
Across the board. Around the world.™		OCXPro™	RapidConnect™	UltraFET®
The Power Franchise™		OPTOLOGIC®	SILENT SWITCHER®	VCX™
Programmable Active Droop™		OPTOPLANAR™	SMART START™	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

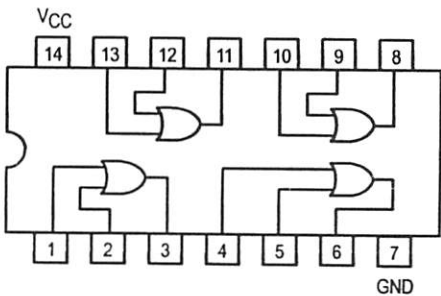
PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

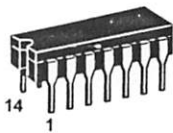


QUAD 2-INPUT OR GATE

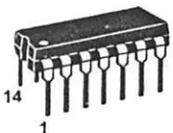


SN54/74LS32

QUAD 2-INPUT OR GATE
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06



D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic
SN74LSXXN Plastic
SN74LSXXD SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

SN54/74LS32

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions	
			Min	Typ	Max			
V _{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V _{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = −18 mA	
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5		V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table	
		74	2.7	3.5		V		
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA	V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA	
I _{IH}	Input HIGH Current				20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V	
					0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V	
I _{IL}	Input LOW Current				−0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V	
I _{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		−20		−100	mA	V _{CC} = MAX	
I _{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH				6.2	mA	V _{CC} = MAX	
	Total, Output LOW				9.8			

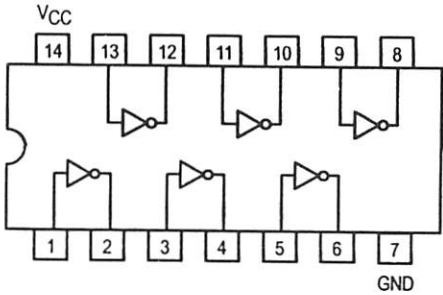
Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t _{PLH}	Turn-Off Delay, Input to Output		14	22	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PHL}	Turn-On Delay, Input to Output		14	22	ns	

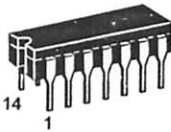


HEX INVERTER

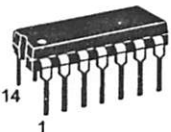


SN54/74LS04

HEX INVERTER
LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06



D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic
SN74LSXXN Plastic
SN74LSXXD SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

SN54/74LS04

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions	
			Min	Typ	Max			
V _{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V _{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V _{IK}	Input Clamp Diode Voltage			−0.65	−1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = −18 mA	
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5		V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _{IN} = V _{IH} or V _{IL} per Truth Table	
		74	2.7	3.5		V		
V _{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA	V _{CC} = V _{CC} MIN, V _{IN} = V _{IL} or V _{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA	
I _{IH}	Input HIGH Current				20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V	
					0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V	
I _{IL}	Input LOW Current				−0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V	
I _{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		−20		−100	mA	V _{CC} = MAX	
I _{CC}	Power Supply Current Total, Output HIGH Total, Output LOW				2.4	mA	V _{CC} = MAX	
					6.6			

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t _{PLH}	Turn-Off Delay, Input to Output		9.0	15	ns	V _{CC} = 5.0 V C _L = 15 pF
t _{PHL}	Turn-On Delay, Input to Output		10	15	ns	